ALMANACH

NHỮNG NỀN VĂN MINH THẾ GIỚI

TẬP 3. KHOA HỌC-KỸ THUẬT VỚI NỀN VĂN MINH NHÂN LOẠI VÀ DỰ BÁO NỀN VĂN MINH THẾ KỶ XXI



NHÀ XUẤT BẢN
VĂN HOÁ - THÔNG TIN

ALMANACH

NHỮNG NỀN VĂN MINH THẾ GIỚI

(Tái bản, bổ sung lần 1)

Nhà xuất bản Văn Hoá - Thông Tin
Hà Nội, 2006

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN:
Giám đốc **BÙI VIỆT BẮC**
CHỊU TRÁCH NHIỆM BẢN THẢO:
Phó Giám đốc **PHẠM NGỌC LUẬT**
Biên tập:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP
Trợ lý biên tập:
HOÀNG VÂN CẨM
Hoạ sỹ vẽ bìa:
VĂN SÁNG *(in năm 1996)*
ĐẶNG THỊ BÍCH NGÂN
(Chỉnh lý bổ sung vẽ bìa 1 và chữ in lần 2)
Chỉ đạo thiết kế maket nội dung:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP
Chế bản ảnh:
CÔNG TY ĐỨC HIẾU - HÀ NỘI
Kỹ thuật vi tính:
TRỊNH HỒNG NGA
NGUYỄN NỮ HOÀNG ANH
Sửa bông:
NGUYỄN QUỐC TUY
NGUYỄN ĐÌNH QUÝ
HOÀNG VÂN CẨM
TRIỆU THỊ LAN
NGUYỄN HOÀNG MINH ĐỨC

CÁC TÁC GIẢ VÀ CÁC CỘNG TÁC VIÊN

Hoài An
Hoàng Công Anh
Đào Duy Anh
KS. Nguyễn Nữ Hoàng Anh
GVC. Nguyễn Văn Ánh
KS. Nguyễn Bằng
Đại tá Nguyễn Viết Bình
Nguyễn Hữu Bống
TSKH. Nguyễn Đình Cát
Nguyễn Lê Hà Chi
Họa sỹ Nguyễn Văn Chiến
TS. Lê Đình Chỉnh
GS. Vũ Văn Chuyên
Lý Khắc Cung
GS - TSKH. Vũ Đình Cự
Hằng Dao
Đường Thị Trích Diễm
TS. Ngô Văn Doanh
Khương Hữu Dụng
Hoạ sỹ Trần Duy
Bá Dương
Nhà thơ Tản Đà
GS. Lý Hoành Đạo
Nguyễn Hoàng Điệp
TS. Nguyễn Bá Đĩnh
Nguyễn Tiến Đoàn
KS. Quốc Đông
Nguyễn Hoàng Minh Đức
Đỗ Nguyên Đương
Trần Đương
TS. Văn Giá
Châu Giang
Thu Hoài Giang
Hoàng Giang
Thái Giang
Giang Hà
Đặng Hoàng Hải
NNC. Nguyễn Phúc Giác Hải
Vũ Tuấn Hải
TS. Đặng Nhất Hanh
NNC Mỹ thuật Thái Hanh
TS. Đỗ Đình Hãng
KTS.TS. Nguyễn Thu Hạnh
Đào Thị Hằng
Trần Thị Thu Hằng
Trần Thị Thu Hiền
PGS.TS. Nguyễn Duy Hinh
Trần Hinh
Hoàng Hoa
Dương Tuấn Hoa
PGS.TS. Nguyễn Xuân Hoà
Diệu Hoàng
GS.KTS. Đặng Thái Hoàng
TS. Dương Hồng
Nhượng Huân
TS. Mai Hùng
Nguyễn Hùng
Vũ Mạnh Hùng
Nguyễn Phạm Hùng
TS. Lại Văn Hùng
Diệu Hương
PGS.TS. Nguyễn Thừa Hỷ
Trúc Khê
TS. Đặng Xuân Kháng
Nguyễn Kháng
PGS.TS. Đinh Trung Kiên
Nhà sử học Trần Trọng Kim
Minh Không
TS. Trần Văn La
GS. Trần Tất Lanh
Đặng Mộng Lân
GS.TSKH Đinh Ngọc Lân
GS. Đinh Xuân Lâm
Trần Thanh Loan
KS. Hoàng Long
GS. Lê Quang Long
TS. Bùi Quý Lộ
Hoàng Thiên Lương

Đại tá Quách Hải Lượng
Nguyễn Khắc Mai
Phạm Bình Minh(*)
Đường Công Minh
Ngô Duy Minh
Phùng Thị Mỹ
Á Nam
PGS - TS. Hà Quang Năng
Phạm Chí Nhân
Nguyễn Huy Nhu
Nguyễn Vũ Quỳnh Như
Tương Như
GS. Vũ Dương Ninh
Nhà giáo ưu tú, Nhà nghiên cứu về Hà Nội Nguyễn Vinh Phúc
GS. Nguyễn Hoàng Phương
TS. Trần Thanh Phương
Hồng Quang
GS. Phạm Khắc Quảng
GS. TSKH. Nguyễn Quang Riệu
Trần Trọng Sâm
PGS.TS. Nguyễn Hữu Sơn
TS. Nguyễn Kim Sơn
GS. Đặng Đức Siêu
Hoàng Tá
Đại tá Hứa Mạnh Tài
Hoàng Tạo
Thích Thiện Nhân Bồ Tát
GS. Hà Văn Tấn
GS. Trương Văn Tấn
GS. Nguyễn Kim Thản
GS.BS. Nguyễn Văn Thang
PGS.TS. Trần Thị Băng Thanh
Nhà nghiên cứu, phê bình Hoài Thanh
TS. Vũ Thanh
TS. Lê Khắc Thành
Bùi Việt Thắng
Thượng tướng GS. Hoàng Minh Thảo
La Phương Thảo
Hoạ sỹ Trương Thảo
GS. Đỗ Thái Phiên
TS. Nguyễn Văn Thịnh
Nguyễn Ngọc Thọ
Bác sỹ Đức Thông
Thạc sỹ Vũ Thu Hoài
BS. Lê Thuấn
Đại tá Trần Ngọc Thuận
Nhà nhiếp ảnh Mạnh Thường
Trần Thu Thuỷ
GS. Lương Duy Thứ
Đại tá KS. Trịnh Xuân Tiến
GS. Lê Huy Tiêu
KS Nguyễn Quốc Tín
Nhà văn Đặng Thanh Tịnh
Nhà văn Ngô Tất Tố
TS. Nguyễn Đức Trạch
Nam Trân
Trần Quang Tuân
Phạm Văn Trọng
Nguyễn Công Trứ
NNC Thế Trường
Ngọc Tú
Nguyễn Quảng Tuân
TS. Nguyễn Ngọc Tuấn
Nhà văn Ông Văn Tùng
Ngô Đạt Tứ
Hồng Mễ Tử
Đức Uy
Hải Văn
Tùng Vân
Nguyễn Hữu Viêm
Lê Hoài Việt
Phan Huy Vịnh
Giang Hà Vị
Phạm Sỹ Vỹ
KS. Lê Xuân Yêm
NNC Mỹ Thuật Hải Yến
A.Felix Iroko (Giảng viên Lịch sử)
GS. Andre Allard
Bernard Vitrac (Giảng dạy Toán học)
Berthold Riese (Chuyên gia về các vấn đề văn hoá)
Nhà văn Camille Aboussouan

(*) Ủy viên dự khuyết T.W Đảng, Vụ trưởng Vụ Hợp tác Quốc tế Bộ Ngoại giao.

Nhà Toán học Catherine Goldstein
TS. Chiuchiunnhich
GS. Christiane Desroches Noblecourt
GS. Du Shi Ran
Nhà nhân chủng học và khảo cổ học Fiedad Penich Rivero
Nhà sử học Francine de Nave
GS. Francis Zimmermann
GS. Gaballa Aly Gaballa
Nhà khảo cổ học – Giám đốc Vụ Bảo tồn cổ vật Ai Cập Gamal Mokhtar
NNC Tiền cổ Gerard Krebe
GS. Ghislain Deleplace
Nhà văn Howard Brabyn
TS. Jan Jun As
GS. Jan Kregel
James Ritter (Giảng dạy Toán học và Lịch sử khoa học)
Chuyên gia Jean Bottero
Nhà Trung Quốc học Jean Claude Martzloff
Jean Michel Servet
Viện sĩ Viện Hàn lâm Jean Vercoutter
NNC. Jean Yoyotte
Nhà Toán học Jeremy Cray
GS. John Baines
Joseau Gusto Seabra
GS. - Viện sỹ - TSKH. Joseph Needham
Nhà thơ Lokenath Bhattacharya
Liev Tôcarev
NV. Lotfaliah Soliman
NNC. Lucien Gillard
TS. Nahal Tadjadod
Nhà Ấn Độ học Pierre Sylvain Filliozat
Giám đốc Viện Khảo cổ học Rainer Stademann
Nhà thiết kế Roger Druet
GS. Robert Danrton
Nhà văn Robert K.G. Temple
Roshi Rashed
Nhà sử học Shagdaryn Bisa
GS. Tsien Tsuen Hsuin
Valenchina Lannhia
Chủ nhiệm khoa Triết học Vishwanaths Naravane
Werner Merkli
PGĐ. Xu Liangsheng...

MỘT SỐ NHÀ THƠ ĐỜI ĐƯỜNG:

Đỗ Phủ
Lý Bạch
Bạch Cư Dị
Vương Bột
Tuyển Đăng
Hạ Tri Chương
Trương Húc
Trương Cửu Linh
Trần Tử Ngang
Kim Xương Tự
Lạc Tân Vương
Nhiệm Chí Xương
Vương Xương Linh
Vương Duy
Thôi Hiệu
Trương Nhược Hư
Sầm Tham
Tiền Khởi
Lý Đoan
Trương Kế
Lưu Vũ Tích
Liễu Tống Nguyên
Lý Hạ
Chu Khánh Dư
Đỗ Mục
Triệu Hỗ
Lý Thương Ẩn
Ôn Đình Quân
Chương Kiệt
Hoàng Sào
Hứa Hồn
Thôi Đồ
Dương Sỹ Ngạc
Tư Mã Lễ
Thôi Hộ
Tào Đường
Và gần 100 tác giả, cộng tác viên khác tham gia.

LỜI GIỚI THIỆU
(In năm 1996)

Từ lâu, lòng khát khao nung nấu của những nhà làm sách "tâm huyết" hằng ước mơ cho ra đời một cuốn sách thâu tóm các tri thức của loài người từ xưa đến nay. Song niềm khát vọng ấy còn quá xa vời do "lực bất tòng tâm". Và năm tháng trôi qua, nỗi trăn trở, diết da cháy bỏng đó đến nay Nhà xuất bản chúng tôi mới có điều kiện thực hiện được một phần ý nguyện.

Và với lòng hứng khởi, đầy nhiệt huyết ấy, sau hơn một năm trời, bộ phận biên tập, Ban biên soạn cùng trên 100 tác giả đã làm việc hăng say, miệt mài quên cả thời gian (14 – 15 tiếng một ngày không kể ngày đêm) để phấn đấu cho sự ra đời của tập sách. Và những ngày lao động căng thẳng, lo lắng ấy đã qua. **Almanach những nền văn minh Thế giới** *đã ra đời với độc giả. Đó là thành quả lao động trí tuệ của tập thể tác giả là những chuyên gia, nhà nghiên cứu, dịch giả, nhà văn, nhà báo, nhà giáo, bác sỹ, kỹ sư, hoạ sỹ, kiến trúc sư cùng nhiều học giả: Giáo sư, Viện sỹ, Tiến sỹ, Phó Tiến sỹ trong và ngoài nước góp sức. Để có được tập sách* **Almanach những nền văn minh Thế giới**, *các tác giả, Ban biên soạn, biên tập đã phải tham khảo, nghiên cứu trên năm ngàn tư liệu, sách báo, tạp chí trong nước và Thế giới để tạo ra những nguồn dẫn liệu quý giá cho việc biên soạn. Tinh thần lao động nghiêm túc ấy chỉ có được ở những tấm lòng nhiệt huyết, nhân bản cao cả vì đời và cho đời. Bởi vậy, qua đây Nhà xuất bản xin chân thành cảm ơn sự đóng góp to lớn của các tác giả, Ban biên soạn cùng các cơ quan hữu quan, các toà Đại sứ ở Hà Nội đã giúp đỡ một cách vô tư cho Nhà xuất bản để tập sách được hoàn thành và ra mắt độc giả.*

Đúng như tên gọi của nó, **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là một công trình tri thức tổng hợp về nhiều lĩnh vực: tự nhiên và xã hội thuộc nhiều bình diện và đa phương của nền văn hoá - văn minh nhân loại. Về mặt không gian và thời gian nó gồm 5000 năm lịch sử: từ cổ đến kim, từ Đông sang Tây, từ quá khứ đến hiện tại và tương lai bao gồm khắp các châu lục. Chỉ riêng các nền văn minh cổ, tập sách đã giới thiệu tám trung tâm văn minh lớn của loài người. Đó là:*

- Ai Cập

- Hy Lạp

- La Mã

- Tây Á

- Ấn Độ

- Trung Quốc

- Maya ở Trung Mỹ

- Andes ở Nam Mỹ và một số nền văn minh hiện đại khác. Đấy là chưa kể gần 400 di sản của hơn 100 nước đã được Uỷ ban UNESCO công nhận là di sản Thế giới. Với dung lượng kiến thức đồ sộ, phong phú đa dạng ấy, tập sách được bố cục thành ba phần đại mục:

*** **Phần thứ nhất:** *Lịch, biên niên lịch sử sự kiện, nhân vật và nền văn hoá Cổ thần bí Đông – Tây phương kỳ diệu.*

*** **Phần thứ hai:** *Những nền văn minh nhân loại – di sản văn hoá, đất nước con người và các phong tục kỳ thú trên Thế giới.*

*** **Phần thứ ba:** *Khoa học – kỹ thuật với nền văn minh nhân loại và dự báo nền văn minh Thế kỷ XXI.*

Từ ba đại mục lớn trên đây, **Almanach những nền văn minh Thế giới** *đã đi sâu và trình bày một cách hệ thống các tri thức về lịch pháp, thiên văn, khoa học nhân văn, các khoa học thần bí, triết học, lịch sử tiến hoá và lịch sử xã hội, luật pháp, lịch sử in ấn, xuất bản, lịch sử các tôn giáo lớn, các tác phẩm văn hoá đồ sộ, các chiến trận và danh tướng nổi tiếng. Song song với các mốc lịch sử trên là việc giới thiệu các công trình kiến trúc, hội hoạ, di sản văn hoá, văn học nghệ thuật, phong tục tập quán nghi lễ, giỗ tết, hội hè đến các lĩnh vực*

khoa học tự nhiên: toán, hoá, lý, sinh y học và nhiều thành tựu khoa học – kỹ thuật khác. Đặc biệt, tập sách đã hé mở và hướng vòm trời trí tuệ của con người sang Thế kỷ XXI. Đó là những dự báo khoa học của các nhà Bác học tới ngưỡng cửa tương lai về nền văn minh của loài người sẽ ăn ở, đi lại, phương tiện sinh hoạt ra sao? Và sẽ sống thế nào, với các nguồn năng lượng mới? Thế kỷ XXI với các chuyến bay du lịch lên Mặt trăng và sự khám phá kỳ lạ về các hành tinh về Trái đất. Trả lời các câu hỏi về Vũ trụ, Thiên hà; và phải chăng có nền văn minh ngoài Trái đất. Vũ trụ hình thành như thế nào? Trái đất ra đời từ bao giờ? Lịch sử xuất hiện của loài người? v.v... và v.v... Một nội dung quan trọng của tập sách đã được đề cập là giới thiệu những công cụ, phương tiện của các cuộc chiến tranh xưa và nay, thô sơ và hiện đại đã diễn ra như thế nào? Việc giao lưu giữa các nền văn minh của các Quốc gia vào cuối Thế kỷ XX, đầu Thế kỷ XXI trên hệ thống siêu lộ cao tốc thông tin sẽ bùng nổ ra sao?

Đặc biệt là sự xuất hiện một nền văn minh đại công nghiệp: người máy đa chức năng, công nghệ sinh học, vật liệu mới, Sử dụng nguồn năng lượng: Mặt trời, địa nhiệt, thuỷ triều, khí sinh học (mêtan) điện nguyên tử, nhiệt hạch... Bên cạnh nền văn minh ấy là việc chữa chạy những căn bệnh hiểm nghèo của Thế kỷ như virus HIV, bệnh ung thư, thần kinh phân lập... sẽ điều trị, ngăn chặn ra sao? Và những dự báo về nền kinh tế, xã hội, dân tộc, tôn giáo, quyền năng của con người trong Thế kỷ XXI. Xuyên suốt tập sách là cuộc đời, gương mặt của các vĩ nhân: Hoàng đế, nguyên thủ, chính khách, chính trị gia, triết gia, danh tướng, các nhà văn hoá lỗi lạc, những nhà Bác học lừng danh, các Kiến trúc sư, Danh hoạ, thi nhân mặc khách... đó là những con người "khổng lồ" với bộ óc "vĩ đại" đã cùng cộng đồng nhân loại tạo ra nền văn minh Thế giới.

Almanach những nền văn minh Thế giới *có dung lượng trên 2 triệu đơn vị từ. Tất cả đều được sắp xếp theo một nguyên tắc trình tự của thời gian lịch sử: từ quá khứ đến hiện tại, tương lai. Từ nhân vật, danh nhân, sự kiện lịch sử, các phát minh khoa học đều tuân thủ theo quy luật sắp xếp này. Ở đây, việc tuyển chọn, đánh giá các nhân vật lịch sử, danh nhân, sự kiện được đưa vào tập sách, trước hết đều dựa trên các tiêu chí:*

- Thành quả cống hiến và giá trị văn hoá trường tồn của mỗi sự kiện, sự vật, nhân vật...

- Giá trị khai sáng và ý nghĩa mở đường theo thời gian và lịch sử cụ thể của sự vật, sự kiện.

- Đại diện, biểu tượng cho mỗi Quốc gia, mỗi miền theo không gian địa lý.

- Căn cứ vào sự đánh giá khen chê của Thế giới. Chẳng hạn dựa vào các giải Nobel, giải Fields và sự công nhận của Uỷ ban UNESCO, bên cạnh đó có tham khảo sự đánh giá của các bộ đại từ điển **Bách khoa toàn thư** *của Pháp, Anh, Mỹ, Nga, Trung Quốc... và cuối cùng là theo quan điểm chính kiến của Ban biên soạn, biên tập Nhà xuất bản.*

Một đặc điểm của tập sách **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là không đi vào lý luận, bình giảng các nền văn minh, văn hoá. Ở đây, tập sách được trình bày trên hai bình tuyến: nền văn hoá- văn minh tinh thần và nền văn hoá - văn minh vật chất. Để giới thiệu về nền văn minh ấy, người viết đã đi thẳng vào việc giới thiệu các sự kiện, sự vật, nhân vật, các phát minh và thông qua các di sản, công trình kiến trúc, tác phẩm (văn học, hội hoạ, triết học, lịch sử) và phong tục tập quán v.v... để giới thiệu về nền văn minh ấy. Với phong cách viết phóng khoáng, có lúc mô tả tỷ mỷ, có khi điểm xuyết lướt qua nhưng tựu chung lại luôn luôn hướng về một nền văn minh - văn hoá vật chất - tinh thần cụ thể nên đã tạo cho độc giả niềm ham mê hiểu biết. Và do cách viết chủ yếu là tư liệu, kiến thức thông tin đậm đặc, do vậy tránh bớt được sự khô khan, dông dài, vô bổ.*

Ngoài ra, tập sách còn có một tiêu chí nữa cần phải trình bày là: tất cả các tên riêng, danh từ của nước ngoài như: tên người, địa danh, sự kiện lịch sử, tên tác phẩm để tiện cho việc tra cứu, chúng tôi đều cho in thuật ngữ của tiếng nước ấy hoặc quy về một số ngôn ngữ phổ biến là: Anh, Pháp, Latinh. Và phiên âm một lần cách đọc, không dùng dấu gạch nối; vì lý do gạch nối sẽ cản trở, dẫn đến không đọc nối được các âm tiết liền nhau. Mặt khác cũng giảm đi các ký tự không cần thiết cho vi tính. Trong tập sách, chỉ trừ trường hợp do chưa tra cứu được một số thuật ngữ gốc của danh từ

nên tạm thời chúng tôi để ở dạng phiên âm. Về nhược điểm chưa nhất quán này, Nhà xuất bản sẽ khắc phục sửa chữa trong lần tái bản tới.

Về quy tắc viết hoa trong tập sách, chúng tôi có một quy định hơi khác với các tập sách khác. Đó là ngoài các quy tắc viết hoa thông thường theo chuẩn mực ngữ pháp, ở đây chúng tôi có áp dụng tính "tuỳ tiện" không theo quy luật mà áp dụng tính tuỳ tiện ngẫu hứng, nhằm nhấn mạnh đề cao, ví dụ: để trân trọng tri thức của con người, tất cả các học hàm, học vị biểu trưng về trí tuệ chúng tôi đều cho viết chữ hoa đầu như: Bác học, Giáo sư, Viện sỹ, Kỹ sư, Bác sỹ, Tiến sỹ, Phó Tiến sỹ, Cử nhân, Tú tài... hoặc các chức tước, phẩm hàm, ngôi vị như: Hoàng đế, nhà Vua, Tể tướng, Thủ tướng, Bộ trưởng, Đô đốc, Đại tướng, Nguyên soái, Công, Hầu, Bá, Tử, Nam (tước) đều viết chữ hoa đầu. Tương tự các tháng trong năm, do xuất phát từ nguồn gốc lịch sử được đặt tên theo biểu tượng về các vị Thần mà phần lịch sử đã viết hoa nên ở các mục khác chúng tôi đều cho viết hoa để đảm bảo tính thống nhất. Tóm lại, quy tắc viết hoa trong tập sách này ngoài quy tắc thông thường của chuẩn mực, tuy có tuỳ hứng song vẫn đảm bảo tính thống nhất, nhất quán trong toàn bộ tập sách.

Cuối cùng có thể nói tập **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là một "thư viện" thu nhỏ, tập hợp lại các tinh hoa tinh tuý nhất của loài người trong lịch sử tiến hoá từ thuở hoang sơ tuổi ấu thơ nhân loại cho đến những năm cuối Thế kỷ XX và đầu Thế kỷ XXI này. Nó như một bộ phim trường thiên đưa độc giả vượt qua thời gian, không gian để đến với các kỳ quan, kỳ tích của mỗi phương trời văn minh trên Trái đất. Ở mỗi nơi, mỗi di sản, mỗi cảnh đẹp kỳ vĩ ấy đều ánh lên những viên ngọc lung linh mang hơi thở và bóng dáng của người xưa. Qua những trang sách, độc giả sẽ được thưởng thức các hương vị ngọt ngào và những tri thức bổ ích về mỗi nền văn minh ấy.*

Tóm lại, tập sách **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là "cẩm nang" cần thiết cho mỗi độc giả muốn hiểu biết về nền văn minh loài người trên Trái đất. Song do tập sách được tiến hành biên soạn trong thời gian hết sức khẩn trương (một năm 4 tháng kể cả thời gian tác giả viết, biên tập và ấn loát) và dung lượng lại rất lớn, do đó không tránh khỏi những sai sót, vì thế rất mong sự lượng thứ của độc giả. Và với tinh thần thực sự cầu thị tiến bộ, Nhà xuất bản xin chân thành cảm ơn các vị độc giả uyên thâm chỉ giáo cho những điều sai sót để lần tái bản sau tập sách này được hoàn thiện hơn.*

NHÀ XUẤT BẢN VĂN HOÁ THÔNG TIN
Hà Nội, tháng 5 - 1996

LỜI BẠT
(Xuất bản lần 2)

Almanach những nền văn minh Thế giới *xuất bản lần đầu vào năm 1996, với số lượng lên tới vài vạn bản. Sự ra đời của tập sách đã để lại dư âm và dấu ấn tốt đẹp trong lòng nhiều độc giả.*

Có thể nói vào thời điểm đó, sự ra đời của tập ***Almanach những nền văn minh Thế giới*** *là một sự kiện văn hóa có ý nghĩa. Cuốn sách đã được giới thiệu trên hệ thống thông tin đại chúng trong nước và nước ngoài.*

Ở trong nước có tới hàng trăm bài báo, bài nghiên cứu của nhiều tác giả đã được đăng trên hầu hết các báo, tạp chí Trung ương, địa phương. Tới nay, 10 năm đã trôi qua, Ban biên soạn, các tác giả, Nhà xuất bản đã nhận được nhiều thư của độc giả từ mọi miền đất nước gửi về góp ý cho tập sách. Trong số những bức thư ấy, lời khen cổ vũ động viên cũng nhiều và lời chỉ giáo, phê bình cũng không phải là ít. Và quả thực tập sách tuy có nhiều ưu điểm nhưng cũng còn nhiều khiếm khuyết, chưa hoàn thiện. Song tựu trung lại, các độc giả vẫn khẳng định giá trị của tập ***Almanach những nền văn minh Thế giới.*** *Đó là một tập sách đã cung cấp cho bạn đọc nhiều tri thức rất phong phú của nền văn minh nhân loại. Tập sách ra đời đã đặt nền móng và có ảnh hưởng khá tốt tới nội dung của nhiều bộ bách khoa tri thức được xuất bản sau đó. "****Almanach những nền văn minh Thế giới*** *ra đời đã khai mở một tầm nhìn mới, một cửa sổ nhìn ra Thế giới." (Trích thư bạn đọc).*

Nay thể theo nguyện vọng yêu cầu của đông đảo độc giả, Hội đồng biên soạn cùng trên 100 tác giả, cộng tác viên dưới sự động viên, đỡ đầu của ***Tổng Công ty Sách Việt Nam – Nhà xuất bản Văn hóa – Thông tin*** *đã cho tiến hành sửa chữa, bổ sung tái bản lại bộ sách được hoàn chỉnh hơn.*

Lần tái bản này, các tác giả, HĐBS cùng ban thư ký, biên tập đã cố gắng sửa chữa, chỉnh lý, lược bỏ những chỗ còn sai sót hoặc tư liệu chưa chính xác trong lần xuất bản trước đồng thời bổ sung những nội dung mới. Cụ thể là:

*** Phần thứ nhất:*** *Lược bỏ mục: lịch pháp cũ thay bằng những số liệu, kiến thức lịch sử lịch pháp mới.*

- Bổ sung những sự kiện, niên biểu lịch sử Thế giới tới năm 2005.

- Mục Những vị tướng và những chiến trận lừng danh trong lịch sử được chỉnh lý và viết lại nhiều đoạn.

- Bổ sung thêm vào phần Văn hóa Thần bí Đông phương

*** Phần thứ hai****: các nội dung được bổ sung sửa chữa:*

- Mục Thơ Đường theo ý kiến của nhiều nhà nghiên cứu nay lược bỏ một số bài chọn chưa chuẩn mực, được thay thế bằng 99 bài thơ Đường hay nhất.

- Mục Mỹ thuật: Hội họa, kiến trúc: bố cục sắp xếp lại, thay thế bổ sung nhiều tác phẩm hội họa khác cho phong phú và đa dạng. Trong đó, có điểm qua phần hội họa Việt Nam (trước đây chưa có). Mục kiến trúc được bổ sung trên 300 công trình kiệt tác kiến trúc Thế giới bằng hình ảnh.

- Bổ sung thêm phần danh nhân âm nhạc Thế giới.

- Tổ chức Liên hiệp quốc được thay thế bằng mục viết mới về vai trò lịch sử của tổ chức này trong Thế kỷ XXI (do Ủy Ban UNESCO Việt Nam thực hiện).

- Mục viết về tổ chức UNESCO được chi tiết đầy đủ hơn.

- Mục di sản văn hóa Thế giới: bổ sung danh sách các di sản văn hóa Thế giới được Uỷ ban UNESCO công nhận tới năm 2005.

- Mục Những Thành phố, Thủ đô, công viên, trường học nổi tiếng: bổ sung Thủ đô Thăng Long - Hà Nội. Tuy nhiên còn một số Thành phố nổi tiếng khác như Thượng Hải, Vernice, Saint Petersburg, ... hoặc những trường Đại học có uy tín như Havard, Cambridge v.v và v.v.. chưa cò điều kiện tuyển chọn in trong bộ sách này. Bởi những lý do chủ quan và khách quan về người viết, số trang in có hạn hoặc thời gian lịch sử chưa đủ niên đại theo tiêu chí của người tuyển chọn, do vậy chưa được nói đến. Tuyệt nhiên, không phải Hội đồng biên soạn chúng tôi chưa có ý thức đề cập tới các lĩnh vực đó trong nội dung của bộ ***Almanach những nền văn minh Thế giới****. Tất cả những vấn đề đó, nó sẽ được bổ sung hoàn thiện hơn trong lần tái bản tiếp theo.*

**** Phần thứ ba:***

- Bổ sung và viết lại các thành tựu của công nghệ tin học.

- Mục các giải Nobel được thống kê tới năm 2005.

- Mục về vũ khí - khí tài trong chiến tranh được bổ sung nhiều nội dung mới.

- Bổ sung, giới thiệu thêm nhiều công trình khoa học của loài người được xây dựng vào những năm cuối Thế kỷ XX và đầu Thế kỷ XXI.

Trên đây, chúng tôi mới điểm lướt qua những nội dung bổ sung chính và mới của tập sách. Tuy nhiên vẫn còn nhiều mục chưa đáp ứng được như ý muốn vì thời gian biên soạn, sửa chữa rất eo hẹp. Vì vậy, rất mong được độc giả xa gần lượng thứ và chỉ giáo để lần xuất bản sau được tốt hơn. Và nhân đây, chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn tới tất cả những độc giả đã quan tâm gửi thư trao đổi tới Nhà xuất bản và những người biên soạn. Đồng thời chúng tôi cũng xin cáo lỗi tới một số vị (có bài trên báo) được tuyển in trong tập sách này, song chưa một lần được gặp mặt. Bởi lẽ, chúng tôi rất muốn gặp, nhưng không tra tìm được địa chỉ. Do vậy, rất mong các vị thứ lỗi. Và lần tái bản này kỳ vọng được quý vị hồi âm tới nhà xuất bản để chúng tôi được tạ lỗi.

T/M HĐBS – Ban thư ký
và những Người biên tập
Tổng thư ký:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP
Mùa Hè Bính Tuất - 2006

ALMANACH

NHỮNG NỀN VĂN MINH THẾ GIỚI

(Tái bản, bổ sung lần 1)

Nhà xuất bản Văn Hoá - Thông Tin
Hà Nội, 2006

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN:
Giám đốc **BÙI VIỆT BẮC**
CHỊU TRÁCH NHIỆM BẢN THẢO:
Phó Giám đốc **PHẠM NGỌC LUẬT**
Biên tập:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP
Trợ lý biên tập:
HOÀNG VÂN CẦM
Hoạ sỹ vẽ bìa:
VĂN SÁNG *(in năm 1996)*
ĐẶNG THỊ BÍCH NGÂN
(Chỉnh lý bổ sung vẽ bìa 1 và chữ in lần 2)
Chỉ đạo thiết kế maket nội dung:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP
Chế bản ảnh:
CÔNG TY ĐỨC HIẾU - HÀ NỘI
Kỹ thuật vi tính:
TRỊNH HỒNG NGA
NGUYỄN NỮ HOÀNG ANH
Sửa bông:
NGUYỄN QUỐC TUY
NGUYỄN ĐÌNH QUÝ
HOÀNG VÂN CẦM
TRIỆU THỊ LAN
NGUYỄN HOÀNG MINH ĐỨC

CÁC TÁC GIẢ VÀ CÁC CỘNG TÁC VIÊN

Hoài An
Hoàng Công Anh
Đào Duy Anh
KS. Nguyễn Nữ Hoàng Anh
GVC. Nguyễn Văn Ánh
KS. Nguyễn Bằng
Đại tá Nguyễn Viết Bình
Nguyễn Hữu Bống
TSKH. Nguyễn Đình Cát
Nguyễn Lê Hà Chi
Họa sỹ Nguyễn Văn Chiến
TS. Lê Đình Chỉnh
GS. Vũ Văn Chuyên
Lý Khắc Cung
GS - TSKH. Vũ Đình Cự
Hằng Dao
Đường Thị Trích Diễm
TS. Ngô Văn Doanh
Khương Hữu Dụng
Hoạ sỹ Trần Duy
Bá Dương
Nhà thơ Tản Đà
GS. Lý Hoành Đạo
Nguyễn Hoàng Điệp
TS. Nguyễn Bá Đĩnh
Nguyễn Tiến Đoàn
KS. Quốc Đông
Nguyễn Hoàng Minh Đức
Đỗ Nguyên Đương
Trần Đương
TS. Văn Giá
Châu Giang
Thu Hoài Giang
Hoàng Giang
Thái Giang
Giang Hà
Đặng Hoàng Hải
NNC. Nguyễn Phúc Giác Hải
Vũ Tuấn Hải
TS. Đặng Nhất Hanh
NNC Mỹ thuật Thái Hanh
TS. Đỗ Đình Hãng
KTS.TS. Nguyễn Thu Hạnh
Đào Thị Hằng
Trần Thị Thu Hằng
Trần Thị Thu Hiền
PGS.TS. Nguyễn Duy Hinh
Trần Hinh
Hoàng Hoa
Dương Tuấn Hoa
PGS.TS. Nguyễn Xuân Hoà
Diệu Hoàng
GS.KTS. Đặng Thái Hoàng
TS. Dương Hồng
Nhương Huân
TS. Mai Hùng
Nguyễn Hùng
Vũ Mạnh Hùng
Nguyễn Phạm Hùng
TS. Lại Văn Hùng
Diệu Hương
PGS.TS. Nguyễn Thừa Hỷ
Trúc Khê
TS. Đặng Xuân Kháng
Nguyễn Kháng
PGS.TS. Đinh Trung Kiên
Nhà sử học Trần Trọng Kim
Minh Không
TS. Trần Văn La
GS. Trần Tất Lanh
Đặng Mộng Lân
GS.TSKH Đinh Ngọc Lân
GS. Đinh Xuân Lâm
Trần Thanh Loan
KS. Hoàng Long
GS. Lê Quang Long
TS. Bùi Quý Lộ
Hoàng Thiên Lương

Đại tá Quách Hải Lượng
Nguyễn Khắc Mai
Phạm Bình Minh(*)
Đường Công Minh
Ngô Duy Minh
Phùng Thị Mỹ
Á Nam
PGS - TS. Hà Quang Năng
Phạm Chí Nhân
Nguyễn Huy Nhu
Nguyễn Vũ Quỳnh Như
Tương Như
GS. Vũ Dương Ninh
Nhà giáo ưu tú, Nhà nghiên cứu về Hà Nội Nguyễn Vinh Phúc
GS. Nguyễn Hoàng Phương
TS. Trần Thanh Phương
Hồng Quang
GS. Phạm Khắc Quảng
GS. TSKH. Nguyễn Quang Riệu
Trần Trọng Sâm
PGS.TS. Nguyễn Hữu Sơn
TS. Nguyễn Kim Sơn
GS. Đặng Đức Siêu
Hoàng Tá
Đại tá Hứa Mạnh Tài
Hoàng Tạo
Thích Thiện Nhân Bồ Tát
GS. Hà Văn Tấn
GS. Trương Văn Tấn
GS. Nguyễn Kim Thản
GS.BS. Nguyễn Văn Thang
PGS.TS. Trần Thị Băng Thanh
Nhà nghiên cứu, phê bình Hoài Thanh
TS. Vũ Thanh
TS. Lê Khắc Thành
Bùi Việt Thắng
Thượng tướng GS. Hoàng Minh Thảo
La Phương Thảo
Hoạ sỹ Trương Thảo
GS. Đỗ Thái Phiên
TS. Nguyễn Văn Thịnh
Nguyễn Ngọc Thọ
Bác sỹ Đức Thông
Thạc sỹ Vũ Thu Hoài
BS. Lê Thuần
Đại tá Trần Ngọc Thuận
Nhà nhiếp ảnh Mạnh Thường
Trần Thu Thuỷ
GS. Lương Duy Thứ
Đại tá KS. Trịnh Xuân Tiến
GS. Lê Huy Tiêu
KS Nguyễn Quốc Tín
Nhà văn Đặng Thanh Tịnh
Nhà văn Ngô Tất Tố
TS. Nguyễn Đức Trạch
Nam Trân
Trần Quang Tuân
Phạm Văn Trọng
Nguyễn Công Trứ
NNC Thế Trường
Ngọc Tú
Nguyễn Quảng Tuân
TS. Nguyễn Ngọc Tuấn
Nhà văn Ông Văn Tùng
Ngô Đạt Tứ
Hồng Mễ Tử
Đức Uy
Hải Văn
Tùng Vân
Nguyễn Hữu Viêm
Lê Hoài Việt
Phan Huy Vịnh
Giang Hà Vị
Phạm Sỹ Vỹ
KS. Lê Xuân Yêm
NNC Mỹ Thuật Hải Yến
A.Felix Iroko (Giảng viên Lịch sử)
GS. Andre Allard
Bernard Vitrac (Giảng dạy Toán học)
Berthold Riese (Chuyên gia về các vấn đề văn hoá)
Nhà văn Camille Aboussouan

(*) Ủy viên dự khuyết T.W Đảng, Vụ trưởng Vụ Hợp tác Quốc tế Bộ Ngoại giao.

Nhà Toán học Catherine Goldstein
TS. Chiuchiunnhich
GS. Christiane Desroches Noblecourt
GS. Du Shi Ran
Nhà nhân chủng học và khảo cổ học Fiedad Penich Rivero
Nhà sử học Francine de Nave
GS. Francis Zimmermann
GS. Gaballa Aly Gaballa
Nhà khảo cổ học – Giám đốc Vụ Bảo tồn cổ vật Ai Cập Gamal Mokhtar
NNC Tiền cổ Gerard Krebe
GS. Ghislain Deleplace
Nhà văn Howard Brabyn
TS. Jan Jun As
GS. Jan Kregel
James Ritter (Giảng dạy Toán học và Lịch sử khoa học)
Chuyên gia Jean Bottero
Nhà Trung Quốc học Jean Claude Martzloff
Jean Michel Servet
Viện sĩ Viện Hàn lâm Jean Vercoutter
NNC. Jean Yoyotte
Nhà Toán học Jeremy Cray
GS. John Baines
Joseau Gusto Seabra
GS. - Viện sỹ - TSKH. Joseph Needham
Nhà thơ Lokenath Bhattacharya
Liev Tôcarev
NV. Lotfaliah Soliman
NNC. Lucien Gillard
TS. Nahal Tadjadod
Nhà Ấn Độ học Pierre Sylvain Filliozat
Giám đốc Viện Khảo cổ học Rainer Stademann
Nhà thiết kế Roger Druet
GS. Robert Danrton
Nhà văn Robert K.G. Temple
Roshi Rashed
Nhà sử học Shagdaryn Bisa
GS. Tsien Tsuen Hsuin
Valenchina Lannhia
Chủ nhiệm khoa Triết học Vishwanaths Naravane
Werner Merkli
PGĐ. Xu Liangsheng...

MỘT SỐ NHÀ THƠ ĐỜI ĐƯỜNG:

Đỗ Phủ
Lý Bạch
Bạch Cư Dị
Vương Bột
Tuyển Đăng
Hạ Tri Chương
Trương Húc
Trương Cửu Linh
Trần Tử Ngang
Kim Xương Tự
Lạc Tân Vương
Nhiệm Chí Xương
Vương Xương Linh
Vương Duy
Thôi Hiệu
Trương Nhược Hư
Sầm Tham
Tiền Khởi
Lý Đoan
Trương Kế
Lưu Vũ Tích
Liễu Tống Nguyên
Lý Hạ
Chu Khánh Dư
Đỗ Mục
Triệu Hỗ
Lý Thương Ẩn
Ôn Đình Quân
Chương Kiệt
Hoàng Sào
Hứa Hồn
Thôi Đồ
Dương Sỹ Ngạc
Tư Mã Lễ
Thôi Hộ
Tào Đường
Và gần 100 tác giả, cộng tác viên khác tham gia.

LỜI GIỚI THIỆU
(In năm 1996)

Từ lâu, lòng khát khao nung nấu của những nhà làm sách "tâm huyết" hằng ước mơ cho ra đời một cuốn sách thâu tóm các tri thức của loài người từ xưa đến nay. Song niềm khát vọng ấy còn quá xa vời do "lực bất tòng tâm". Và năm tháng trôi qua, nỗi trăn trở, diết da cháy bỏng đó đến nay Nhà xuất bản chúng tôi mới có điều kiện thực hiện được một phần ý nguyện.

Và với lòng hứng khởi, đầy nhiệt huyết ấy, sau hơn một năm trời, bộ phận biên tập, Ban biên soạn cùng trên 100 tác giả đã làm việc hăng say, miệt mài quên cả thời gian (14 – 15 tiếng một ngày không kể ngày đêm) để phấn đấu cho sự ra đời của tập sách. Và những ngày lao động căng thẳng, lo lắng ấy đã qua. **Almanach những nền văn minh Thế giới** *đã ra đời với độc giả. Đó là thành quả lao động trí tuệ của tập thể tác giả là những chuyên gia, nhà nghiên cứu, dịch giả, nhà văn, nhà báo, nhà giáo, bác sỹ, kỹ sư, hoạ sỹ, kiến trúc sư cùng nhiều học giả: Giáo sư, Viện sỹ, Tiến sỹ, Phó Tiến sỹ trong và ngoài nước góp sức. Để có được tập sách* **Almanach những nền văn minh Thế giới**, *các tác giả, Ban biên soạn, biên tập đã phải tham khảo, nghiên cứu trên năm ngàn tư liệu, sách báo, tạp chí trong nước và Thế giới để tạo ra những nguồn dẫn liệu quý giá cho việc biên soạn. Tinh thần lao động nghiêm túc ấy chỉ có được ở những tấm lòng nhiệt huyết, nhân bản cao cả vì đời và cho đời. Bởi vậy, qua đây Nhà xuất bản xin chân thành cảm ơn sự đóng góp to lớn của các tác giả, Ban biên soạn cùng các cơ quan hữu quan, các toà Đại sứ ở Hà Nội đã giúp đỡ một cách vô tư cho Nhà xuất bản để tập sách được hoàn thành và ra mắt độc giả.*

Đúng như tên gọi của nó, **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là một công trình tri thức tổng hợp về nhiều lĩnh vực: tự nhiên và xã hội thuộc nhiều bình diện và đa phương của nền văn hoá - văn minh nhân loại. Về mặt không gian và thời gian nó gồm 5000 năm lịch sử: từ cổ đến kim, từ Đông sang Tây, từ quá khứ đến hiện tại và tương lai bao gồm khắp các châu lục. Chỉ riêng các nền văn minh cổ, tập sách đã giới thiệu tám trung tâm văn minh lớn của loài người. Đó là:*

- Ai Cập

- Hy Lạp

- La Mã

- Tây Á

- Ấn Độ

- Trung Quốc

- Maya ở Trung Mỹ

- Andes ở Nam Mỹ và một số nền văn minh hiện đại khác. Đấy là chưa kể gần 400 di sản của hơn 100 nước đã được Uỷ ban UNESCO công nhận là di sản Thế giới. Với dung lượng kiến thức đồ sộ, phong phú đa dạng ấy, tập sách được bố cục thành ba phần đại mục:

*** Phần thứ nhất:** *Lịch, biên niên lịch sử sự kiện, nhân vật và nền văn hoá Cổ thần bí Đông – Tây phương kỳ diệu.*

*** Phần thứ hai:** *Những nền văn minh nhân loại – di sản văn hoá, đất nước con người và các phong tục kỳ thú trên Thế giới.*

*** Phần thứ ba:** *Khoa học – kỹ thuật với nền văn minh nhân loại và dự báo nền văn minh Thế kỷ XXI.*

Từ ba đại mục lớn trên đây, **Almanach những nền văn minh Thế giới** *đã đi sâu và trình bày một cách hệ thống các tri thức về lịch pháp, thiên văn, khoa học nhân văn, các khoa học thần bí, triết học, lịch sử tiến hoá và lịch sử xã hội, luật pháp, lịch sử in ấn, xuất bản, lịch sử các tôn giáo lớn, các tác phẩm văn hoá đồ sộ, các chiến trận và danh tướng nổi tiếng. Song song với các mốc lịch sử trên là việc giới thiệu các công trình kiến trúc, hội hoạ, di sản văn hoá, văn học nghệ thuật, phong tục tập quán nghi lễ, giỗ tết, hội hè đến các lĩnh vực*

khoa học tự nhiên: toán, hoá, lý, sinh y học và nhiều thành tựu khoa học – kỹ thuật khác. Đặc biệt, tập sách đã hé mở và hướng vòm trời trí tuệ của con người sang Thế kỷ XXI. Đó là những dự báo khoa học của các nhà Bác học tới ngưỡng cửa tương lai về nền văn minh của loài người sẽ ăn ở, đi lại, phương tiện sinh hoạt ra sao? Và sẽ sống thế nào, với các nguồn năng lượng mới? Thế kỷ XXI với các chuyến bay du lịch lên Mặt trăng và sự khám phá kỳ lạ về các hành tinh về Trái đất. Trả lời các câu hỏi về Vũ trụ, Thiên hà; và phải chăng có nền văn minh ngoài Trái đất. Vũ trụ hình thành như thế nào? Trái đất ra đời từ bao giờ? Lịch sử xuất hiện của loài người? v.v... và v.v... Một nội dung quan trọng của tập sách đã được đề cập là giới thiệu những công cụ, phương tiện của các cuộc chiến tranh xưa và nay, thô sơ và hiện đại đã diễn ra như thế nào? Việc giao lưu giữa các nền văn minh của các Quốc gia vào cuối Thế kỷ XX, đầu Thế kỷ XXI trên hệ thống siêu lộ cao tốc thông tin sẽ bùng nổ ra sao?

Đặc biệt là sự xuất hiện một nền văn minh đại công nghiệp: người máy đa chức năng, công nghệ sinh học, vật liệu mới, Sử dụng nguồn năng lượng: Mặt trời, địa nhiệt, thuỷ triều, khí sinh học (mêtan) điện nguyên tử, nhiệt hạch... Bên cạnh nền văn minh ấy là việc chữa chạy những căn bệnh hiểm nghèo của Thế kỷ như virus HIV, bệnh ung thư, thần kinh phân lập... sẽ điều trị, ngăn chặn ra sao? Và những dự báo về nền kinh tế, xã hội, dân tộc, tôn giáo, quyền năng của con người trong Thế kỷ XXI. Xuyên suốt tập sách là cuộc đời, gương mặt của các vĩ nhân: Hoàng đế, nguyên thủ, chính khách, chính trị gia, triết gia, danh tướng, các nhà văn hoá lỗi lạc, những nhà Bác học lừng danh, các Kiến trúc sư, Danh hoạ, thi nhân mặc khách... đó là những con người "khổng lồ" với bộ óc "vĩ đại" đã cùng cộng đồng nhân loại tạo ra nền văn minh Thế giới.

Almanach những nền văn minh Thế giới *có dung lượng trên 2 triệu đơn vị từ. Tất cả đều được sắp xếp theo một nguyên tắc trình tự của thời gian lịch sử: từ quá khứ đến hiện tại, tương lai. Từ nhân vật, danh nhân, sự kiện lịch sử, các phát minh khoa học đều tuân thủ theo quy luật sắp xếp này. Ở đây, việc tuyển chọn, đánh giá các nhân vật lịch sử, danh nhân, sự kiện được đưa vào tập sách, trước hết đều dựa trên các tiêu chí:*

- Thành quả cống hiến và giá trị văn hoá trường tồn của mỗi sự kiện, sự vật, nhân vật...

- Giá trị khai sáng và ý nghĩa mở đường theo thời gian và lịch sử cụ thể của sự vật, sự kiện.

- Đại diện, biểu tượng cho mỗi Quốc gia, mỗi miền theo không gian địa lý.

- Căn cứ vào sự đánh giá khen chê của Thế giới. Chẳng hạn dựa vào các giải Nobel, giải Fields và sự công nhận của Uỷ ban UNESCO, bên cạnh đó có tham khảo sự đánh giá của các bộ đại từ điển **Bách khoa toàn thư** *của Pháp, Anh, Mỹ, Nga, Trung Quốc... và cuối cùng là theo quan điểm chính kiến của Ban biên soạn, biên tập Nhà xuất bản.*

Một đặc điểm của tập sách **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là không đi vào lý luận, bình giảng các nền văn minh, văn hoá. Ở đây, tập sách được trình bày trên hai bình tuyến: nền văn hoá- văn minh tinh thần và nền văn hoá - văn minh vật chất. Để giới thiệu về nền văn minh ấy, người viết đã đi thẳng vào việc giới thiệu các sự kiện, sự vật, nhân vật, các phát minh và thông qua các di sản, công trình kiến trúc, tác phẩm (văn học, hội hoạ, triết học, lịch sử) và phong tục tập quán v.v... để giới thiệu về nền văn minh ấy. Với phong cách viết phóng khoáng, có lúc mô tả tỷ mỷ, có khi điểm xuyết lướt qua nhưng tựu chung lại luôn luôn hướng về một nền văn minh - văn hoá vật chất - tinh thần cụ thể nên đã tạo cho độc giả niềm ham mê hiểu biết. Và do cách viết chủ yếu là tư liệu, kiến thức thông tin đậm đặc, do vậy tránh bớt được sự khô khan, dông dài, vô bổ.*

Ngoài ra, tập sách còn có một tiêu chí nữa cần phải trình bày là: tất cả các tên riêng, danh từ của nước ngoài như: tên người, địa danh, sự kiện lịch sử, tên tác phẩm để tiện cho việc tra cứu, chúng tôi đều cho in thuật ngữ của tiếng nước ấy hoặc quy về một số ngôn ngữ phổ biến là: Anh, Pháp, Latinh. Và phiên âm một lần cách đọc, không dùng dấu gạch nối; vì lý do gạch nối sẽ cản trở, dẫn đến không đọc nối được các âm tiết liền nhau. Mặt khác cũng giảm đi các ký tự không cần thiết cho vi tính. Trong tập sách, chỉ trừ trường hợp do chưa tra cứu được một số thuật ngữ gốc của danh từ

nên tạm thời chúng tôi để ở dạng phiên âm. Về nhược điểm chưa nhất quán này, Nhà xuất bản sẽ khắc phục sửa chữa trong lần tái bản tới.

Về quy tắc viết hoa trong tập sách, chúng tôi có một quy định hơi khác với các tập sách khác. Đó là ngoài các quy tắc viết hoa thông thường theo chuẩn mực ngữ pháp, ở đây chúng tôi có áp dụng tính "tuỳ tiện" không theo quy luật mà áp dụng tính tuỳ tiện ngẫu hứng, nhằm nhấn mạnh đề cao, ví dụ: để trân trọng tri thức của con người, tất cả các học hàm, học vị biểu trưng về trí tuệ chúng tôi đều cho viết chữ hoa đầu như: Bác học, Giáo sư, Viện sỹ, Kỹ sư, Bác sỹ, Tiến sỹ, Phó Tiến sỹ, Cử nhân, Tú tài... hoặc các chức tước, phẩm hàm, ngôi vị như: Hoàng đế, nhà Vua, Tể tướng, Thủ tướng, Bộ trưởng, Đô đốc, Đại tướng, Nguyên soái, Công, Hầu, Bá, Tử, Nam (tước) đều viết chữ hoa đầu. Tương tự các tháng trong năm, do xuất phát từ nguồn gốc lịch sử được đặt tên theo biểu tượng về các vị Thần mà phần lịch sử đã viết hoa nên ở các mục khác chúng tôi đều cho viết hoa để đảm bảo tính thống nhất. Tóm lại, quy tắc viết hoa trong tập sách này ngoài quy tắc thông thường của chuẩn mực, tuy có tuỳ hứng song vẫn đảm bảo tính thống nhất, nhất quán trong toàn bộ tập sách.

Cuối cùng có thể nói tập **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là một "thư viện" thu nhỏ, tập hợp lại các tinh hoa tinh tuý nhất của loài người trong lịch sử tiến hoá từ thuở hoang sơ tuổi ấu thơ nhân loại cho đến những năm cuối Thế kỷ XX và đầu Thế kỷ XXI này. Nó như một bộ phim trường thiên đưa độc giả vượt qua thời gian, không gian để đến với các kỳ quan, kỳ tích của mỗi phương trời văn minh trên Trái đất. Ở mỗi nơi, mỗi di sản, mỗi cảnh đẹp kỳ vĩ ấy đều ánh lên những viên ngọc lung linh mang hơi thở và bóng dáng của người xưa. Qua những trang sách, độc giả sẽ được thưởng thức các hương vị ngọt ngào và những tri thức bổ ích về mỗi nền văn minh ấy.*

Tóm lại, tập sách **Almanach những nền văn minh Thế giới** *là "cẩm nang" cần thiết cho mỗi độc giả muốn hiểu biết về nền văn minh loài người trên Trái đất. Song do tập sách được tiến hành biên soạn trong thời gian hết sức khẩn trương (một năm 4 tháng kể cả thời gian tác giả viết, biên tập và ấn loát) và dung lượng lại rất lớn, do đó không tránh khỏi những sai sót, vì thế rất mong sự lượng thứ của độc giả. Và với tinh thần thực sự cầu thị tiến bộ, Nhà xuất bản xin chân thành cảm ơn các vị độc giả uyên thâm chỉ giáo cho những điều sai sót để lần tái bản sau tập sách này được hoàn thiện hơn.*

NHÀ XUẤT BẢN VĂN HOÁ THÔNG TIN

Hà Nội, tháng 5 - 1996

LỜI BẠT
(Xuất bản lần 2)

Almanach những nền văn minh Thế giới *xuất bản lần đầu vào năm 1996, với số lượng lên tới vài vạn bản. Sự ra đời của tập sách đã để lại dư âm và dấu ấn tốt đẹp trong lòng nhiều độc giả.*

Có thể nói vào thời điểm đó, sự ra đời của tập ***Almanach những nền văn minh Thế giới*** *là một sự kiện văn hóa có ý nghĩa. Cuốn sách đã được giới thiệu trên hệ thống thông tin đại chúng trong nước và nước ngoài.*

Ở trong nước có tới hàng trăm bài báo, bài nghiên cứu của nhiều tác giả đã được đăng trên hầu hết các báo, tạp chí Trung ương, địa phương. Tới nay, 10 năm đã trôi qua, Ban biên soạn, các tác giả, Nhà xuất bản đã nhận được nhiều thư của độc giả từ mọi miền đất nước gửi về góp ý cho tập sách. Trong số những bức thư ấy, lời khen cổ vũ động viên cũng nhiều và lời chỉ giáo, phê bình cũng không phải là ít. Và quả thực tập sách tuy có nhiều ưu điểm nhưng cũng còn nhiều khiếm khuyết, chưa hoàn thiện. Song tựu trung lại, các độc giả vẫn khẳng định giá trị của tập ***Almanach những nền văn minh Thế giới.*** *Đó là một tập sách đã cung cấp cho bạn đọc nhiều tri thức rất phong phú của nền văn minh nhân loại. Tập sách ra đời đã đặt nền móng và có ảnh hưởng khá tốt tới nội dung của nhiều bộ bách khoa tri thức được xuất bản sau đó. "****Almanach những nền văn minh Thế giới*** *ra đời đã khai mở một tầm nhìn mới, một cửa sổ nhìn ra Thế giới." (Trích thư bạn đọc).*

Nay thể theo nguyện vọng yêu cầu của đông đảo độc giả, Hội đồng biên soạn cùng trên 100 tác giả, cộng tác viên dưới sự động viên, đỡ đầu của ***Tổng Công ty Sách Việt Nam – Nhà xuất bản Văn hóa – Thông tin*** *đã cho tiến hành sửa chữa, bổ sung tái bản lại bộ sách được hoàn chỉnh hơn.*

Lần tái bản này, các tác giả, HĐBS cùng ban thư ký, biên tập đã cố gắng sửa chữa, chỉnh lý, lược bỏ những chỗ còn sai sót hoặc tư liệu chưa chính xác trong lần xuất bản trước đồng thời bổ sung những nội dung mới. Cụ thể là:

*** Phần thứ nhất:*** *Lược bỏ mục: lịch pháp cũ thay bằng những số liệu, kiến thức lịch sử lịch pháp mới.*

- Bổ sung những sự kiện, niên biểu lịch sử Thế giới tới năm 2005.

- Mục Những vị tướng và những chiến trận lừng danh trong lịch sử được chỉnh lý và viết lại nhiều đoạn.

- Bổ sung thêm vào phần Văn hóa Thần bí Đông phương

*** Phần thứ hai****: các nội dung được bổ sung sửa chữa:*

- Mục Thơ Đường theo ý kiến của nhiều nhà nghiên cứu nay lược bỏ một số bài chọn chưa chuẩn mực, được thay thế bằng 99 bài thơ Đường hay nhất.

- Mục Mỹ thuật: Hội họa, kiến trúc: bố cục sắp xếp lại, thay thế bổ sung nhiều tác phẩm hội họa khác cho phong phú và đa dạng. Trong đó, có điểm qua phần hội họa Việt Nam (trước đây chưa có). Mục kiến trúc được bổ sung trên 300 công trình kiệt tác kiến trúc Thế giới bằng hình ảnh.

- Bổ sung thêm phần danh nhân âm nhạc Thế giới.

- Tổ chức Liên hiệp quốc được thay thế bằng mục viết mới về vai trò lịch sử của tổ chức này trong Thế kỷ XXI (do Ủy Ban UNESCO Việt Nam thực hiện).

- Mục viết về tổ chức UNESCO được chi tiết đầy đủ hơn.

- Mục di sản văn hóa Thế giới: bổ sung danh sách các di sản văn hóa Thế giới được Uỷ ban UNESCO công nhận tới năm 2005.

- Mục Những Thành phố, Thủ đô, công viên, trường học nổi tiếng: bổ sung Thủ đô Thăng Long - Hà Nội. Tuy nhiên còn một số Thành phố nổi tiếng khác như Thượng Hải, Vernice, Saint Petersburg, ... hoặc những trường Đại học có uy tín như Havard, Cambridge v.v và v.v.. chưa cò điều kiện tuyển chọn in trong bộ sách này. Bởi những lý do chủ quan và khách quan về người viết, số trang in có hạn hoặc thời gian lịch sử chưa đủ niên đại theo tiêu chí của người tuyển chọn, do vậy chưa được nói đến. Tuyệt nhiên, không phải Hội đồng biên soạn chúng tôi chưa có ý thức đề cập tới các lĩnh vực đó trong nội dung của bộ ***Almanach những nền văn minh Thế giới****. Tất cả những vấn đề đó, nó sẽ được bổ sung hoàn thiện hơn trong lần tái bản tiếp theo.*

**** Phần thứ ba:***

- Bổ sung và viết lại các thành tựu của công nghệ tin học.

- Mục các giải Nobel được thống kê tới năm 2005.

- Mục về vũ khí - khí tài trong chiến tranh được bổ sung nhiều nội dung mới.

- Bổ sung, giới thiệu thêm nhiều công trình khoa học của loài người được xây dựng vào những năm cuối Thế kỷ XX và đầu Thế kỷ XXI.

Trên đây, chúng tôi mới điểm lướt qua những nội dung bổ sung chính và mới của tập sách. Tuy nhiên vẫn còn nhiều mục chưa đáp ứng được như ý muốn vì thời gian biên soạn, sửa chữa rất eo hẹp. Vì vậy, rất mong được độc giả xa gần lượng thứ và chỉ giáo để lần xuất bản sau được tốt hơn. Và nhân đây, chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn tới tất cả những độc giả đã quan tâm gửi thư trao đổi tới Nhà xuất bản và những người biên soạn. Đồng thời chúng tôi cũng xin cáo lỗi tới một số vị (có bài trên báo) được tuyển in trong tập sách này, song chưa một lần được gặp mặt. Bởi lẽ, chúng tôi rất muốn gặp, nhưng không tra tìm được địa chỉ. Do vậy, rất mong các vị thứ lỗi. Và lần tái bản này kỳ vọng được quý vị hồi âm tới nhà xuất bản để chúng tôi được tạ lỗi.

T/M HĐBS – Ban thư ký
và những Người biên tập
Tổng thư ký:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP
Mùa Hè Bính Tuất - 2006

PHẦN THỨ BA

KHOA HỌC - KỸ THUẬT VỚI NỀN VĂN MINH NHÂN LOẠI VÀ DỰ BÁO NỀN VĂN MINH THẾ KỶ XXI

A – VŨ TRỤ VÀ SỰ HÌNH THÀNH THẾ GIỚI THIÊN HÀ VÔ TẬN...

1. VŨ TRỤ NGUYÊN THUỶ - MỘT MÁY GIA TỐC VĨ ĐẠI

Trong thuyết Vụ nổ lớn, Vũ trụ giãn nở bắt đầu từ một điểm kỳ dị. Muốn tính tuổi của Vũ trụ, ta phải lý luận để đi ngược thời gian đến điểm kỳ dị, lúc tuổi và bán kính của Vũ trụ là số không để làm mốc. Tại điểm này, những định luật của toán lý và thuyết tương đối rộng không áp dụng được. Vật lý hiện đại dựa vào vật lý các hạt đã xảy ra bắt đầu từ 10^{-43} (0,00...001 tức là 42 số không sau dấu phẩy) giây đồng hồ sau vụ nổ! Con số cực nhỏ này không có ý nghĩa thực tế, song trên phương diện khoa học, nó là mốc cho thời gian trong quá trình tiến triển của Vũ trụ. Thời điểm này được gọi là thời điểm Plăng (Plank, một nhà vật lý học người Đức, Thế kỷ XX). Trước đó Vũ trụ ở trong một trạng thái hỗn độn, vì không gian, thời gian không liên tục mà thăng giáng và chỉ có thể được miêu tả bằng lý thuyết "*hấp dẫn lượng tử*". Thuyết cơ học lượng tử dùng để nghiên cứu những hiện tượng vật lý trong những môi trường cực kỳ nhỏ bé, như trong nguyên tử. Tuy nhiên, sự phối hợp giữa thuyết tương đối rộng với cơ học lượng tử là một vấn đề nan giải, chưa hoàn thành được. Ở thời điểm Planck, kích thước của Vũ trụ là 10^{-33} centimet (độ dài Plank), nhiệt độ là 10^{-33} K và mật độ là 10^{94} gam (1 theo sau bởi 94 số không!) trong một centimet khối! Những trị số cực nhỏ và cực lớn này, gọi là trị số Plank vì được tính ra từ hằng số cơ bản Plank, được coi là miêu tả những điều kiện lý hoá ban đầu của Vũ trụ nguyên thuỷ. Lúc đó, Vũ trụ bị tràn ngập bởi những hạt cơ bản có năng lượng cao, như êlectrôn, nơtrinô và quark (quác). Hạt quark với kích thước nhỏ hơn 10^{-17} centimet hiện nay được coi là thành phần cơ bản nhất của vật chất.

Vật lý thiên văn có liên hệ chặt chẽ với vật lý các hạt cơ bản. Mục tiêu của các nhà vật lý giải thích những hiện tượng xảy ra trong Vũ trụ bằng sự tương tác giữa một số hạt cơ bản. Thành phần cơ bản của vật chất gồm có 12 hạt thuộc về loại fermion (Phermiôn) như những hạt êlectrôn và quark. Từ fermion được đặt ra để bày tỏ sự tôn kính đối với nhà bác học Italia Fermi. Những hạt này có thể được tạo ra bằng những máy gia tốc trong các phòng thí nghiệm. Phòng máy gia tốc những hạt như êlectrôn và phản hạt pôzitrôn (êlectrôn dương) được phóng ngược chiều nhau với tốc độ cực lớn. Phản hạt có khối lượng bằng khối lượng hạt nhưng có diện tích trái ngược. Những hạt va chạm với nhau và tự huỷ để tạo ra những hạt khác có năng lượng cao hơn.

Những hiện tượng vật lý diễn ra trong Vũ trụ phôi thai không thực hiện được trong phòng thí nghiệm, vì năng lượng máy gia tốc không đủ cao và thời gian tương tác của các hạt trong máy gia tốc không đủ lâu để tạo ra những điều kiện giống như trong Vũ trụ nguyên thuỷ. Theo cơ học lượng tử, năng lượng va chạm càng cao bao nhiêu thì khả năng phân giải của máy càng lớn bấy nhiêu, tức là khảo sát được cấu trúc càng vi mô của vật chất. Máy gia tốc hình vòng của cộng đồng Âu Châu ở Genève, Thuỵ sĩ với chu vi 27 kilômét và năng lượng khoảng 100 tỷ êlêctrôn vôn (100 Gev=10^{-11} ev) cũng chỉ thăm dò được tới kích thước nhỏ như 10^{-16} centimét, vào thời điểm một phần mười tỉ (10^{-10}) giây sau Vụ nổ lớn. Trước thời điểm đó, các nhà vật lý phải dựa trên lý thuyết để dự đoán các sự kiện đã xảy ra. Năng lượng trong Vũ trụ vào thời điểm Plank ít nhất phải bằng 10^{-15} Gev, tức là 10 nghìn tỷ (10^{-13}) lần năng lượng của những máy gia tốc hiện đại nhất. Hiện nay, không có kết quả thực nghiệm nào có thể xác minh những dự đoán về kịch bản có thể diễn ra trong Vũ trụ ở thời đại nguyên thuỷ.

2. NHỮNG GIÂY PHÚT ĐẦU TIÊN CỦA VŨ TRỤ – THỜI ĐẠI "LẠM PHÁT"

Sau Vụ nổ lớn 10^{-28} giây, một hạt prôtôn chỉ nặng khoảng 10^{-24} gam mà có năng lượng bằng một quả bóng quần vợt đánh ra với tốc độ 100 kilômét/giờ. Vì vậy, Vũ trụ là một phòng thí nghiệm duy nhất để các nhà vật lý về các hạt dồi dào cảm

hứng tha hồ khảo chứng lý thuyết của họ. Ngược lại, những mô hình lý thuyết đã được các nhà vật lý thiên văn sử dụng để giải thích hiện tượng quan sát trong Vũ trụ. Sau khi nổ, Vũ trụ giãn nở và nhiệt độ giảm dần. Trong 3 phút sau khi vừa được tạo ra, Vũ trụ tiến hoá rất nhanh với nhiều sự kiện lý hoá kế tiếp nhau dồn dập. Những hạt nhân của nguyên tử Hyđrô và Hêli là những nguyên tử có nhiều nhất trong Vũ trụ đã được sản xuất trong 3 phút đầu. Đó là thời đại quyết định trong quá trình tiến hoá của Vũ trụ cho cả một chục tỷ năm sau. Khoảng một phần triệu (10^{-6}) giây sau Vụ nổ lớn, khi nhiệt độ xuống còn khoảng 10 nghìn tỷ độ (10^{13} K), các hạt cơ bản như prôtôn và nơtrôn tự huỷ với các phản hạt của chúng để tạo thành bức xạ. Trong 100 năm sau, Vũ trụ bị tràn ngập bởi bức xạ gamma có năng lượng cao (thời đại bức xạ). Sau đó, vật chất mới được tạo ra và có chi phí bức xạ (thời đại vật chất). Vũ trụ tới đây chỉ như một đám sương mù dày đặc, vì những phôtôn (ánh sáng) va chạm với những êlêctrôn nên không di chuyển tự do. Mật độ êlectrôn rất lớn vì những hạt phôtôn có năng lượng cao dứt những êlêctrôn ra khỏi những nguyên tử Hyđrô. Phải đợi 500 nghìn năm sau Vụ nổ, tới khi nhiệt độ Vũ trụ xuống còn 4000°K, êlectrôn (mang điện âm) mới tái hợp với prôtôn (mang điện dương) tạo thành nguyên tử Hyđrô (trung tính, không mang điện), và bức xạ mới đứt liên kết với vật chất để có thể truyền một cách tự do trong Vũ trụ. Sự tái hợp làm giảm hẳn mật độ êlectrôn và chỉ còn một êlectrôn trên 100 nghìn hyđrô. Thời đại này được gọi là *"thời đại đứt liên kết"*. Bắt đầu từ thời điểm êlectrôn tái hợp với prôtôn, bức xạ tự do truyền trong Vũ trụ cho tới ngày nay mà nó không tương tác với vật chất. Chính bức xạ này là *"bức xạ 3K"*_ mà ngày nay các nhà thiên văn học phát hiện và thu được vào kính viễn vọng vô tuyến. Vì Vũ trụ giãn nở nên bức xạ nóng 4000°K ở thời điểm 500 nghìn năm sau sau vụ nổ lớn đã nguội dần. Nhiệt độ của nó hiện nay chỉ bằng 2,735°K. Cường độ của bức xạ Vũ trụ mạnh nhất trên những bước sóng vô tuyến milimét.

Những hạt phôtôn có năng lượng cao có thể tạo ra những hạt và phản hạt. Ngược lại, một hạt gặp một phản hạt thì tự huỷ biến thành ánh sáng. Nếu sự tạo ra hạt và phản hạt là một hiện tượng đối xứng thì Vũ trụ phải có cả hai loại hạt và phản hạt. Nhưng nếu số lượng của hạt bằng số lượng của phản hạt thì hai loại hạt đã tự huỷ hết và Vũ trụ chỉ còn là một Vũ trụ ánh sáng không có vật chất, Thiên hà, sao, hành tinh, thực vật, động vật và chúng ta ngày nay! Trên thực tế thì Vũ trụ chỉ có vật chất (hạt) mà không có phản vật chất (phản hạt). Lý do là những định luật vật lý chi phối quá trình chế tạo các hạt và phản hạt không hoàn toàn cân đối và tạo ra nhiều hạt hơn. Những thí nghiệm trong máy gia tốc cho biết là những phản ứng tự huỷ giữa các hạt và các phản hạt để dư lại một ít hạt. Sau khi tự huỷ, số lượng hạt còn lại của vật chất trong Vũ trụ nguyên thuỷ chỉ cần nhiều hơn một phần tỷ số lượng của phản vật chất là đủ để tạo ra một Vũ trụ vật chất ngày nay.

Những định luật vật lý để giải thích những hiện tượng thiên nhiên dùng các hằng số cơ bản như kích thước và khối lượng của các hạt như prôtôn, êlectrôn v.v... Nếu hằng số vật lý hoặc tốc độ giãn nở ban đầu của Vũ trụ thay đổi một chút thì Vũ trụ đã phát triển khác hẳn Vũ trụ của chúng ta: Vũ trụ hiện nay loãng quá hay đặc quá để các Thiên thể và Trái đất có thể hình thành được. Nếu không có sự điều chỉnh rất tinh tế những điều kiện vật lý ban đầu trong lúc Vũ trụ vừa được tạo ra thì hiện nay không có loài người để đặt ra những câu hỏi trên. Có nhà vật lý đã nêu quan niệm này thành một nguyên lý: *"Vũ trụ như thế vì có chúng ta ở trong"*. Để thoát ra khỏi bối cảnh phức tạp trên, có người dựa trên tư tưởng siêu hình cho rằng Thượng Đế tạo ra Vũ trụ và thế giới loài người. Các nhà vật lý thì đưa ra một đề nghị độc đáo về Vũ trụ nguyên thuỷ dựa trên lý thuyết của vật lý các hạt. Họ đề nghị vào thời điểm 10^{-36} giây sau khi được tạo ra, Vũ trụ giãn nở cực nhanh theo hàm số mũ trong một thời gian cực nhỏ. Vào thời gian này gọi là thời đại *"lạm phát"*, kích thước của Vũ trụ tăng lên ít nhất 1030 lần! Sau đó, Vũ trụ tiếp tục giãn nở chậm gần như tỷ lệ với thời gian trong hàng tỷ năm. Giả thuyết Vũ trụ trải qua một thời đại lạm phát có thể giải quyết được một số vấn đề. Chẳng hạn, như ta đã biết phông Vũ trụ có nhiệt độ đồng đều phát ra từ các hướng. Nếu thế, nhiệt độ Vũ trụ nguyên thuỷ cũng phải đồng đều. Dựa trên quan điểm khoa học mà nói thì việc lựa chọn rất hạn chế điều kiện ban đầu khó thực hiện được. Ngược lại, ta có thể hình dung một mô hình Vũ trụ nguyên thuỷ, trong đó tuy có điều kiện vật lý ban đầu khác nhau và không đồng đều, nhưng đã phát triển tới trạng thái Vũ trụ đồng đều ta quan sát thấy hiện nay. Chính sự giãn nở lạm phát ban đầu đã san phẳng phần nào sự không đồng đều của Vũ trụ. Lý thuyết lạm phát còn giải thích

được tại sao Vũ trụ hiện nay lại phẳng, tức là có bán kính rất lớn, 3×10^{23} kilômét, tức là 30 tỷ năm ánh sáng. Cũng theo lý thuyết này, nếu Vũ trụ nguyên thuỷ không giãn nở rất nhanh trong thời gian lạm phát thì Vũ trụ hiện nay chỉ bằng một hạt bụi!

Thuyết Vụ nổ lớn không giải thích được hết các sự kiện quan sát trong Vũ trụ và đang được các nhà vật lý thiên văn có nhiều cảm hứng phát triển và bổ sung.

3. NGUYÊN TỐ TRONG VŨ TRỤ - HOÁ HỌC NGUYÊN THUỶ

Vũ trụ nguyên thuỷ rất nóng, chỉ có các hạt cơ bản như êlêctrôn, prôtôn, nơtrôn, phôtôn và nơtrinô. Prôtôn mang điện dương là hạt nhân của Hyđrô, nơtrôn không có điện tích nhưng có khối lượng lớn hơn khối lượng prôtôn. Êlêctrôn có điện tích âm với khối lượng chỉ khoảng một phần 2000 khối lượng prôtôn. Phôtôn là hạt ánh sáng và nơtrinô không có khối lượng và không có điện tích. Vài phút sau khi Vũ trụ được tạo ra bởi Vụ nổ lớn, nhiệt độ của Vũ trụ xuống còn khoảng một tỷ độ. Lúc đó các hạt prôtôn và nơtrôn mới tổng hợp được thành những hạt nhân Dơteri (Hyđrô nặng) gồm có một prôtôn và một nơtrôn. Sau đến lượt các hạt Hêli có hai prôtôn và hai nơtrôn được tổng hợp. Những nguyên tử nguyên thuỷ này có rất ít prôtôn và nơtrôn nên gọi là nguyên tử nhẹ.

Một hiện tượng quan sát củng cố giả thiết Vụ nổ lớn là kết quả đo độ giàu của các nguyên tố nhẹ. Trong quá trình tổng hợp các nguyên tố trong Vũ trụ thời nguyên thuỷ, chỉ có những nguyên tố nhẹ như Dơteri, Hêli và Liti (Liti có 3 prôtôn và 4 nơtrôn) là được tạo ra. Những tính toán lý thuyết tiên đoán có khoảng 25 phần trăm các hạt prôtôn và nơtrôn được tổng hợp và biến thành Hêli. Nguyên tố Hêli được quan sát thấy trong Thiên hà của chúng ta và trong nhiều Thiên hà khác. Mỗi khi quan sát ta thấy, tỷ lệ Hêli không thay đổi từ Thiên thể này sang Thiên thể khác và bao giờ cũng đồng đều là 25 phần trăm. Kết quả quan sát này chứng minh là Hêli được chế tạo ra bởi Vụ nổ lớn. Trái lại, độ giàu của những nguyên tử nặng hơn Hêli như Carbon, Silic và Sắt thay đổi rất nhiều tuỳ theo các Thiên thể. Lý do là những nguyên tử nặng chỉ được tạo ra trong những ngôi sao qua những phản ứng tổng hợp nhiệt hạch. Trong những vụ sao nổ, vật chất trong sao bắn ra môi trường giữa các sao rồi ngưng tụ lại để tạo thành những ngôi sao thế hệ thứ hai chứa các nguyên tử nặng.

4. SỰ HÌNH THÀNH CÁC THIÊN HÀ VÀ NHỮNG VẾT NỨT CỦA VŨ TRỤ

Vũ trụ có hàng trăm tỷ Thiên hà, trong mỗi Thiên hà có hàng chục tỷ sao. Thiên hà tụ thành những quần thể Thiên hà và sao tụ thành những quần thể sao. Ta tự hỏi nếu Vũ trụ đồng đều thì các Thiên thể, nơi tập trung của vật chất đã được tạo ra từ đâu? Trái lại, nếu Vũ trụ không đồng đều thì những nơi vật chất tập trung ngày càng dày đặc và co lại do sức hút của khối lượng vất chất để tạo thành các Thiên thể. Như ta đã biết, 500 nghìn năm sau khi được tạo ra, Vũ trụ trở nên trong sáng vì ánh sáng được tách ra khỏi vật chất và tự do truyền trong Vũ trụ từ thời điểm đó tới nay. Phông Vũ trụ mà ta đo được hiện nay phải mang dấu tích của Vũ trụ nguyên thuỷ. Đặc biệt nó phải cho ta biết là Vũ trụ nguyên thuỷ có đồng đều hay không. Từ khi được phát hiện năm 1964, phông Vũ trụ được đo kỹ lưỡng trong 25 năm. Dựa trên các kết quả quan sát, các nhà vật lý thiên văn nhận định rằng Vũ trụ nguyên thuỷ đồng đều. Họ rất phân vân không biết giải thích một cách thoả đáng vấn đề tạo ra các Thiên hà. Cho đến ngày 18 tháng 11 năm 1989, một vệ tinh của Mỹ đặt tên là COBE (Cosmic Background Explorer: Kính thăm dò phông Vũ trụ) đã được phóng lên ở độ cao 900 kilômét. Sau một năm hoạt động của vệ tinh COBE, người ta đã quan sát thấy phông Vũ trụ không hẳn đồng đều. Cường độ của các bức xạ tăng giảm một cách hỗn độn từ vùng trời này sang vùng trời khác. Vũ trụ lổn nhổn như những cụm sữa bột không tan trong nước khi chưa quấy đều. Tuy nhiên sự chênh lệch của cường độ từ hướng này so với hướng khác rất nhỏ, chỉ khoảng 3 phần mười vạn (3×10^{-5}) độ. Những vết nứt của Vũ trụ là di thể để lại từ khoảng 15 tỷ năm, vào thời đại *lạm phát*. Những Thiên hà đã được hình thành từ những *"hạt giống"* đó.

Trường hấp dẫn ở nơi bức xạ tập trung tương đối mạnh hơn nên vật chất ngưng tụ để sau này tạo thành những Thiên hà. Có một giả thuyết dựa trên lý thuyết của vật lý các hạt được đề ra để giải thích tại sao trong Vũ trụ nguyên thuỷ lại có những nơi mà vật chất tập trung. Các hạt tương tác với nhau dưới ảnh hưởng của những lực cơ bản như *"lực điện từ"*, *"lực hạt nhân"* và *"lực hấp dẫn"* (lực hút các vật thể). Lực của điện và từ trường đã được phối hợp trong lý thuyết *"điện từ học"*. Ngay sau khi được tạo ra, Vũ trụ rất nóng và đặc. Theo các nhà Vật lý lý thuyết thì

trong môi trường này, sự tương tác do lực điện tử và lực hạt nhân đều đối xứng, tức là giống nhau và có thể miêu tả bằng một lý thuyết độc nhất gọi là lý thuyết *"đại thống nhất"*. Các nhà lý thuyết kể cả Einstein (Anhstanh) cho rằng, lực hấp dẫn cũng có thể được hợp nhất cùng những lực trên trong khuôn khổ một lý thuyết đại cương hơn gọi là lý thuyết *"siêu thống nhất"* tới nay vẫn chưa thực hiện được. Khi nhiệt độ giảm xuống, những tương tác trở thành khác nhau và không đối xứng nữa. Sự chuyển từ pha đối xứng sang pha không đối xứng xảy ra trong khoảng gần một triệu giây sau Vụ nổ lớn. Trong quá trình giảm nhiệt độ, Vũ trụ trở thành không đồng đều và bị nứt nẻ. Năng lượng và vật chất được tập trung ở những nơi có *"khuyết tật"* làm cho vật chất bị sụp do sức ép của lực hấp dẫn. Những địa điểm này là nôi của các Thiên hà đầu tiên được hình thành vài tỷ năm sau. Có khi khuyết tật chạy theo một đường dài và được gọi là *"dây Vũ trụ"*. Ta có thể hình dung khái niệm trừu tượng kể trên như trạng thái của nước trên mặt hồ ở những vùng có khí hậu khắc nghiệt, rất nóng và rất lạnh. Vào đầu mùa Đông, mặt hồ bắt đầu đóng băng và sự thay đổi từ pha nước đến pha băng làm mặt hồ nứt nẻ.

5. MÔ HÌNH VŨ TRỤ VÀ "CHẤT ĐEN"

Ta tự hỏi Vũ trụ là một không gian vô tận hay có giới hạn? Để trả lời câu hỏi này những nhà vật lý dùng phương trình Einstein để tính kích thước của Vũ trụ ở từng thời điểm tuỳ theo năng lượng của Vũ trụ. Phương trình này phức tạp và chỉ giải thích được một số trường hợp đơn giản. Sự giãn nở của Vũ trụ bị chi phối bởi lực hấp dẫn trong Vũ trụ. Nếu mật độ vật chất trong Vũ trụ cao hơn thì lực hấp dẫn tạo ra sức hút đủ mạnh để cản trở sự giãn nở của Vũ trụ làm cho Vũ trụ co lại và có giới hạn. Ngược lại, nếu mật độ vật chất thấp thì Vũ trụ cứ tiếp tục giãn nở mãi. Muốn đề cập vấn đề này ta phải dùng khái niệm *"độ cong của không gian"*.

Để đơn giản hoá, ta lấy thí dụ một không gian hai chiều như một tờ giấy có thể bẻ cong được. Một không gian không có độ cong là một mặt phẳng trên tờ giấy với một hình học mà ta thường dùng, gọi là hình học Euclide. Một tính chất của hình học này là khoảng cách gần nhất giữa hai điểm A và B là đường thẳng nối hai điểm đó. Bất cứ một đường thẳng nào trên mặt phẳng đều không có giới hạn và dẫn tới vô tận. *"Không gian phẳng"* không có độ cong là một không gian mở. Loại không gian thứ hai là *" không gian hypebôlôit"* có độ cong âm. Nếu ta cắt một mảnh không gian này thì nó giống cái yên ngựa. Nếu ta đi theo đường thẳng AB trên mặt cong hypebôlôit thì ta sẽ đi mãi không trở về được điểm A, giống trong trường hợp không gian phẳng. Không gian hypebôlôit cũng là một *"không gian mở"*. Loại không gian thứ ba là không gian cong thành hình cầu (độ cong dương). Trong một không gian này, khoảng cách ngắn nhất giữa A và B là cung vòng tròn nối hai điểm A, B và có tâm là tâm của quả cầu. Nếu ta đi trên đường vòng từ điểm A qua điểm B và cứ tiếp tục đi nữa thì ta trở về điểm A chứ không đi tới vô tận. *"Không gian hình cầu"* có độ cong dương là một *"không gian đóng"*.

Những thí dụ đơn giản trên cho ta nhận thức rằng không gian có thể khác nhau tuỳ độ cong. Trong một Vũ trụ phẳng, mật độ trung bình của vật chất hiện nay phải là khoảng 10^{-29}gam trong một centimét khối, tức là khoảng 5 nguyên tử Hyđrô trong một mét khối! Mật độ này được gọi là *"mật độ tới hạn"* vì năng lượng của lực hấp dẫn của vật chất trong Vũ trụ phẳng vừa đúng cân bằng với năng lượng động lực của sự giãn nở của Vũ trụ. Vũ trụ này cứ giãn nở mãi và là một *"Vũ trụ mở"* không có biên giới. Kích thước của Vũ trụ giãn ra theo một đường *"parabôn"*. Nếu mật độ thấp hơn mật độ tới hạn thì lực hấp dẫn yếu hơn động lực. Vũ trụ cũng là *"Vũ trụ mở"* giãn nở mãi, nhưng kích thước của Vũ trụ tăng theo một đường *"hypebôn"* tức là giãn nở nhanh hơn trường hợp trên và mở nhiều hơn. Trường hợp thứ ba là nếu mật độ cao hơn mật độ tới hạn thì lực hấp dẫn chi phối động lực làm Vũ trụ giãn ra đến một thời điểm rồi co lại cho đến lúc chỉ còn nhỏ như hạt cơ bản, giống như trong thời nguyên thuỷ. *"Vũ trụ đóng"* này (độ co dương) có biên giới và co giãn tuần hoàn theo đường *"elip"*. Muốn chọn xem mô hình nào thích hợp nhất trong thực tế, thì ta phải ước lượng mật độ của Vũ trụ hiện nay. Theo kết quả quan sát những Thiên hà, kể cả vật chất giữa các sao, thì mật độ của khối lượng phát bức xạ hiện nay trong Vũ trụ nhỏ hơn mật độ tới hạn. Như vậy ta có xu hướng cho rằng, Vũ trụ là một Vũ trụ mở sẽ giãn nở không ngừng và kích thước tăng theo luật hypebôn. Tuy nhiên, có nhiều bằng chứng là trong Vũ trụ có nhiều vật chất không phát bức xạ và không quan sát thấy gọi là *"chất đen"* (dark matter).

Vấn đề chất đen được đặt ra sau khi một số nhà vật lý thiên văn nhận định rằng, sự tự quay và sự chuyển động của các Thiên hà trong các quần thể Thiên hà không giải thích được bằng lực hấp dẫn của vật chất quan sát thấy. Tính toán bằng động lực học, họ khẳng định rằng phải có vật chất mà họ không quan sát thấy, gọi là chất đen (vì không *"nhìn thấy"*), chi phối sự quay và sự chuyển động của những Thiên thể. Có lý thuyết cho rằng 90 phần trăm khối lượng của Vũ trụ là chất đen không phát hiện được. Vật chất ta quan sát thấy chỉ là một thành phần rất nhỏ của vật chất trong Vũ trụ. Tuy nhiên, dù kể cả số lượng vật chất đen và vật chất quan sát được, mật độ của Vũ trụ hiện nay chỉ mới bằng một phần năm mật độ tới hạn. Nghĩa là Vũ trụ có nhiều khả năng là một *"Vũ trụ mở"* và giãn nở vô tận. Những mô hình Vũ trụ không đơn giản và sự tìm kiếm chất đen là một vấn đề đang được quan tâm tới và chưa được giải quyết dứt khoát. Nếu Vũ trụ sẽ giãn nở mãi thì vật chất loãng và nguội đi dần. Ngược lại, nếu Vũ trụ co lại thì mật độ và nhiệt độ sẽ tăng. Định mệnh của Vũ trụ chưa được biết rõ ràng. Trong cả hai trường hợp, những điều kiện lý hoá trên Trái đất đều sẽ thay đổi và sẽ không còn thích hợp với đời sống của sinh vật. Dù sao, quá trình tiến triển của Vũ trụ rất chậm và kéo dài hàng chục tỷ năm không có ảnh hưởng cụ thể đến đời sống trên Trái đất.

6. SỰ TÌM KIẾM CHẤT ĐEN - THẤU KÍNH HẤP DẪN

Một trong những thành phần của chất đen có thể là những *"sao lùn nâu"*. Loại Thiên thể này ở trong trạng thái nửa sao, nửa hành tinh. Chúng chỉ nặng bằng một phần nghìn Mặt trời nhưng có kích thước tương tự như hành tinh lớn nhất trong hệ Mặt trời, hành tinh sao Mộc. Vì khối lượng quá nhỏ nên *sao lùn nâu* không tạo ra được những phản ứng nhiệt hạch và chỉ phát ra một ít bức xạ trong vùng hồng ngoại. Những lỗ đen khổng lồ cũng là một thành phần của chất đen vì có trường hấp dẫn cực lớn nên thu hút tất cả các vật, kể cả các hạt ánh sáng. Vì không quan sát trực tiếp được những Thiên thể không phát bức xạ nên các nhà vật lý thiên văn phải dựa trên thuyết tương đối rộng của Einstein để phát hiện những tác động của chất đen. Như đã trình bày, theo lý thuyết này, trường hấp dẫn của một Thiên thể có khối lượng làm cong không gian, thời gian; làm chệch những tia ánh sáng của một ngôi sao chiếu từ đằng sau Thiên thể. Đồng thời, nếu Thiên thể có mật độ rất lớn, nó có thể khuyếch đại bức xạ của sao như một thấu kính tập trung ánh sáng của một ngọn đèn. Thiên thể "đen" tuy không phát bức xạ nhưng đóng vai trò một *"thấu kính hấp dẫn"*. Chẳng hạn *Thiên thể "thấu kính"* là một sao lùn trong Thiên hà của chúng ta và khuyếch đại ánh sáng của một ngôi sao trong một Thiên hà xa hơn. Muốn thực hiện quan sát này, Thiên thể và thấu kính phải cùng hướng với một ngôi sao trong một Thiên hà khác, chẳng hạn Thiên hà Magellan, một thiên hà ở bầu trời Nam bán cầu, gần Thiên hà của chúng ta nhất. Chính nhà vật lý học Einstein đã đề cập đến khả năng quan sát này từ năm 1936 nhưng không tin là có thể thực hiện được ý muốn của mình. Vì rất ít hy vọng có một Thiên thể nhỏ như một sao lùn nâu trong Thiên hà của chúng ta ở đúng cùng hướng quan sát với một ngôi sao trong Thiên hà Magellan. Năm 1990, gần 30 nhà vật lý thiên văn và vật lý các hạt cơ bản tại Pháp đã được huy động để cùng nhau thực hiện quan sát này. Trong 3 năm liền họ dùng một kính viễn vọng đường kính một mét có phạm vi nhìn rộng của dải thiên văn cộng đồng Âu Châu đặt tại Chilê để quan sát khoảng 5 triệu ngôi sao trong Thiên hà Magellan. Các nhà khoa học đã sử dụng những phương tiện hiện đại như máy thu ánh sáng rất nhậy dùng trong ngành vật lý các hạt cơ bản và kỹ thuật tự động xử lý tín hiệu của Đài Thiên văn Paris. Họ kiên nhẫn đợi như một người đi câu có nhiều cá mà không cắn câu! Đến cuối năm 1993, sau khi xử lý một phần số liệu, họ phát hiện được hai hiện tượng *"thấu kính hấp dẫn"*. Độ sáng của mỗi ngôi sao trong Thiên hà Magellan tăng hẳn vì có Thiên thể đen, có lẽ là một sao lùn nâu trong vòng cầu Thiên hà của chúng ta, đang chuyển động qua trước mặt và khuyếch đại bức xạ trong khoảng 3 tuần lễ. Sự phát hiện dù chỉ hai sự kiện *" thấu kính hấp dẫn"* đã chứng tỏ trong Thiên hà của chúng ta có những Thiên thể không phát ra bức xạ. Tuy sự phát hiện được hai sao lùn nâu trong vòng cầu chung quanh Thiên hà của chúng ta là một thành tựu kỹ thuật lớn nhưng nó chưa giải quyết được vấn đề mật độ của chất đen trong Vũ trụ, vì số Thiên thể đen phát hiện được vẫn còn quá ít ỏi. Mới đây, có lý thuyết cho rằng sự khuyếch đại bức xạ của sao trong Thiên hà Magellan có thể không phải do sao lùn nâu trong vòng cầu của Thiên hà của

chúng ta mà chính là do một ngôi sao thông thường khác trong Thiên hà Magellan.

Một số nhà thiên văn cho rằng những đám khí rất lạnh, nhiệt độ 3 độ Kenvin, trong đó chủ yếu chỉ có phân tử Hyđrô cũng có thể là những chất đen trong vòng cầu bao quanh các Thiên hà. Nhiều nhà vật lý hạt cơ bản cho rằng có những hạt cơ bản kỳ lạ chưa tìm thấy hoặc các hạt nơtrinô, nếu chúng có khối lượng cũng có thể là những thành phần của chất đen. Vấn đề chất đen trong Vũ trụ là vấn đề nơtrinô có khối lượng hay không vẫn đang được tranh luận sôi nổi.

7. NHỮNG KÍNH VIỄN VỌNG HIỆN ĐẠI

Những thiên thể phát bức xạ trên nhiều bước sóng, từ bức xạ gamma có bước sóng ngắn nhất (khoảng 10^{-12} centimét), tới tia X, tia tử ngoại, bức xạ khả kiến, tia hồng ngoại và sóng vô tuyến có bước sóng dài nhất (10^4 centimét). Tập hợp toàn bộ bức xạ phát ra theo bước sóng (tần số) được gọi là phổ điện từ. Một phần lớn bức xạ trong phổ phát từ trong khí quyển hấp thụ những bức xạ có bước sóng ngắn (như bức xạ gamma, tia X và tia tử ngoại). Tia hồng ngoại bị chặn bởi những phân tử nước và cácbon điôxít. Bức xạ vô tuyến với bước sóng dài hơn 30 mét bị phản chiếu trở lại không gian bởi tầng điện ly. Tầng khí quyển này ở vào độ cao giữa 50 tới 100 kilômét và bị iôn hoá bởi tia X và tia tử ngoại từ Mặt trời chiếu xuống. Nhờ có những tầng khí quyển chung quanh Trái đất nên sinh vật mới được che chở khỏi bị ảnh hưởng tai hại của tia tử ngoại. Nhưng cũng vì vậy mà bầu trời không hoàn toàn trong sáng để chúng ta quan sát Vũ trụ trong toàn vẹn phổ điện từ. May sao, khí quyển có hai lỗ hổng gọi là hai "cửa sổ" trong phổ để ta có thể nhìn thấy sao và quan sát những Thiên thể từ mặt đất bằng kính viễn vọng. Đó là phổ trong vùng khả kiến có bước sóng giữa 0,35 micrômét và 1 micrômét (10^{-4} centimét). Cửa sổ thứ hai trong vùng sóng vô tuyến ở những bước sóng giữa 0,1 centimét và 3000 centimét.

Kính viễn vọng thường được đặt trên đỉnh núi cao 2000 tới 4500 mét, nơi khí quyển loãng hơn trên mặt đất để đạt được những tiêu chuẩn quan sát tốt. Kính viễn vọng lớn nhất hiện nay tên là Kêch (Kech) của Mỹ có đường kính 10 mét đặt trên mỏm Núi Mauna Kea (Môna Ke) cao 4200 mét trên quần đảo Hawai (Haoai). Những kính viễn vọng thế hệ mới đã được làm theo kỹ thuật hiện đại, dùng những thiết bị quang học để loại trừ những tác động nhiễu loạn của khí quyển làm nhoà ảnh Thiên thể. Trong lúc quan sát, có một hệ thống tự động dùng máy tính để điều chỉnh sự méo mó dù cực nhỏ của viễn kính. Khi nhằm từ hướng này sang hướng khác, mặt gương của kính có thể thay đổi ít nhiều so với mặt gương lý tưởng vì sức nặng của nó. Để dễ điều chỉnh, mặt gương của kính Kếch gồm có 36 gương nhỏ ghép vào nhau thành một mặt gương 10 mét. Ngoài ra, kính còn có những thiết bị thu ánh sáng rất nhậy làm bằng chất bán dẫn. Tương lai sẽ có một kính Kếch thứ hai cũng có đường kính 10 mét đặt trên mỏm Núi Mauna Kea.

Cộng đồng Châu Âu cũng đang làm một kính viễn vọng tên là VLT (Very Large Telescope: Kính viễn vọng rất lớn) có đường kính 8 mét sẽ đặt tại Chilê để quan sát bầu trời Nam bán cầu. Địa điểm quan sát này ở độ cao 2500 mét trong một vùng sa mạc cách Thủ đô Santiagô 1000 kilômét về phía Bắc. Khi hoàn thành hệ thống quan sát VLT sẽ có bốn kính 8 mét. Cả bốn sẽ hoạt động đồng thời và các tín hiệu sẽ được tương giao với nhau thành một hệ thống giao thoa có giới hạn phân giải nhỏ để nhìn rõ chi tiết của những Thiên thể rất xa. Đỉnh núi được san bằng thành một mặt phẳng có diện tích 25000 mét vuông để có chỗ đặt các viễn vọng kính. Giới hạn phân giải của một viễn kính là góc nhỏ nhất giữa hai điểm mà kính có thể tách biệt được. Kính càng lớn bao nhiêu thì giới hạn phân giải càng nhỏ bấy nhiêu. Giới hạn phân giải của mắt chúng ta vào khoảng 40 giây. Nếu nhìn bằng mắt trần, ta có thể nhìn thấy những chi tiết nhỏ bằng ngọn lửa của một cây nến cách xa ta 100 mét. Với một viễn kính 8 mét có giới hạn phân giải là 0,015 giây, ta có thể nhìn thấy ngọn lửa đó cách xa ta 270 kilômét. Những kính viễn vọng với đường kính 8 tới 10 mét được dùng để quan sát những Thiên hà có độ dịch chuyển về phía đỏ z lớn (z khoảng 3-4) tức là cách rất xa ta.

Muốn tìm hiểu những điều kiện lý hoá trong Vũ trụ, các nhà thiên văn phải quan sát nhiều vùng sóng trong phổ điện từ. Những kính viễn vọng và vô tuyến viễn vọng được phóng ra ngoài khí quyển bằng vệ tinh để quan sát trên bước tia gamma, X, tia tử ngoại, hồng ngoại và sóng vô tuyến ngắn. Để đỡ tốn kinh phí, cũng có một số viễn kính được đặt trên những máy bay và khinh khí cầu chuyên quan

sát Vũ trụ. Tuy nhiên, vì lý do kỹ thuật, kích thước của những viễn kính phóng lên cao bị giới hạn. Ngày 24 tháng 4 năm 1990, tàu Vũ trụ con thoi Discovery (Điscôvơri) đã chở và phóng kính viễn vọng Hớpbơn có đường kính 2,4 mét ở độ cao 610 kilômét để quan sát trong vùng phổ tử ngoại và khả kiến. Vì không được kiểm tra kỹ lưỡng trước khi phóng nên mặt gương của viễn kính Vũ trụ có khuyết điểm do hiện tượng quang sai, tức là các tia bức xạ rọi vào gương không tập trung vào một tiêu điểm làm cho hình Thiên thể bị nhoà. Trong chuyến bay của tàu Vũ trụ con thoi Endeavour (Enđêvơ) tháng 12 năm 1993, một đoàn 7 nhà du hành Vũ trụ lắp thêm thiết bị quang học và viễn kính Hớpbơn để sửa lại khuyết điểm và tăng thêm hiệu suất của kính. Công việc trùng tu viễn kính đã được đạt kết quả mỹ mãn bất ngờ, vượt qua mọi sự mong đợi của các nhà khoa học. Vì được trùng tu tốt và không bị nhiễu bởi khí quyển Trái đất, viễn kính Hớpbơn có một giới hạn phân giải lý tưởng khiến hình ảnh chụp Thiên thể rất sắc nét. Viễn kính có thể quan sát những Thiên hà xa chúng ta tới ít nhất 12 tỷ năm ánh sáng. Như ta đã biết, những Thiên hà đầu tiên đã được tạo ra khoảng vài tỷ năm sau vụ nổ nguyên thuỷ cách đây khoảng 15 tỷ năm. Nghĩa là dùng viễn kính Vũ trụ Hớpbơn, ta có khả năng đi ngược lại thời gian gần tới thời điểm Vũ trụ vừa được tạo ra. Với viễn kính Hớpbơn, các nhà vật lý thiên văn có thể thu được bức xạ của những Thiên hà xa xăm thế hệ đầu tiên. Một trong những nhiệm vụ của viễn kính Hớpbơn là nghiên cứu nguồn gốc của Vũ trụ.

Cuối năm 1995, cộng đồng Châu Âu dự định phóng một vệ tinh trong đó có một viễn kính 60 centimét đường kính để quan sát trong vùng hồng ngoại. Vệ tinh ISO (Infared Space Observatory: Đài thiên văn Vũ trụ hồng ngoại) là một đài thiên văn ở ngoài Trái đất có nhiệm vụ tìm kiếm các Thiên hà ở thời điểm chúng đang sinh nở và chỉ phát ra bức xạ hồng ngoại vì các ngôi sao chưa hình thành. Vệ tinh cũng có thể thu được bức xạ rất yếu của những sao lùn nâu phát ra trên bước sóng hồng ngoại để tìm hiểu chất đen trong Vũ trụ. Ngoài ra vệ tinh ISO còn có khả năng phát hiện ra những nguyên tử và phân tử trong môi trường giữa các sao trong Thiên hà. Nhiên liệu được cung cấp để vệ tinh ISO hoạt động trong 18 tháng.

Một phần tử tối quan trọng trong việc tìm hiểu Vũ trụ ngoài những dụng cụ hiện đại chính là bản thân những người nghiên cứu thiên văn. Họ phải có trí óc giàu tưởng tượng để nghĩ ra những sáng kiến quan sát độc đáo và làm nhiều mô hình phức tạp tính bằng máy tính trong công việc giải thích những hiện tượng trong Vũ trụ. Nhà thiên văn học Pháp Lavoisier ở Thế kỷ XIX đã làm một mô hình để giải thích những biến đổi kỳ dị của quỹ đạo của hành tinh Thiên Vương (Uranus). Mô hình của ông tiên đoán có một hành tinh chưa ai biết nhưng chính nó là nguyên nhân của sự biến đổi quỹ đạo của Thiên Vương. Một đồng nghiệp của ông là nhà thiên văn người Đức Galle (Galơ) dùng viễn kính quan sát đúng theo hướng xác định bởi Lavoisier và tìm ra hành tinh Hải Vương (Neptune).

Điều kiện khí hậu xấu như mây, mưa, gió, bão, tuyết thường làm gián đoạn công việc quan sát. Mô hình mà nhà thiên văn học mất công làm ra đôi khi không thích hợp nên phải huỷ bỏ hoặc cải tiến. Đức tính kiên trì và khiêm tốn là một nhân tố quan trọng trong những công trình nghiên cứu Vũ trụ.

8. THIÊN VĂN VÔ TUYẾN VÀ NHỮNG ĂNGTEN KHỔNG LỒ

Thế kỷ XVII là một kỷ nguyên của thiên văn học nhờ có sự phát minh ra kính viễn vọng bởi Galilée và những thành tựu khoa học lớn của Kepler và Newton về lực hấp dẫn. Thiên văn học đã bước một bước dài từ Chiêm tinh học để trở thành một ngành khoa học tự nhiên. Vật lý học khởi đầu từ khi các nhà thiên văn học giải thích được sự chuyển động của các Thiên thể. Sau họ tìm tòi nghiên cứu năng lượng Mặt trời và các ngôi sao cùng nguồn gốc của Vũ trụ. Thiên văn vô tuyến dùng những ăngten để thu tín hiệu phát ra bởi các Thiên thể trên những bước sóng vô tuyến. Muốn nghiên cứu những điều kiện lý hoá trong một Thiên thể, không những ta phải quan sát bức xạ khả biến mà còn phải thu bức xạ trong vùng bước sóng khác của phổ điện từ, như các tia X, tử ngoại, hồng ngoại và vô tuyến. Mỗi loại bức xạ phát ra do một cơ chế vật lý cá biệt. Chẳng hạn, quan sát bức xạ khả biến để nghiên cứu sao và khí iôn hoá trong những Thiên hà. Thành phần bụi chỉ phát ra bức xạ hồng ngoại. Phân tử trong những đám mây đen trong môi trường giữa các sao phát ra bức xạ vô tuyến. Bức xạ phông Vũ trụ 2,7 K mạnh nhất trên phát ra giữa các sao phát ra bức xạ vô tuyến của Mặt trời không làm nhiễu xạ các Thiên thể. Hơn nữa, bức xạ phát trên những bước sóng vô tuyến centimét

không bị cản trở bởi nước mưa, nên công việc quan sát không phụ thuộc vào thời tiết.

Năm 1932, ông Jansky làm việc tại Công ty điện thoại Mỹ Bell (Benlơ) tình cờ phát hiện ra bức xạ vô tuyến đầu tiên từ Vũ trụ tới. Đó là bức xạ phát ra bởi dải Ngân hà. Sau chiến tranh Thế giới thứ Hai, ngành thiên văn vô tuyến bắt đầu phát triển nhờ kỹ thuật chế tạo ra những ăngten radar và máy thu tín hiệu vô tuyến. Cường độ bức xạ vô tuyến thu được từ các Thiên thể vào kính viễn vọng chỉ khoảng một phần triệu nghìn tỷ (10^{-18}) W, cực nhỏ so với cường độ một bóng đèn điện 60W ta thường dùng để đọc sách! Cho nên những ăngten dùng trong ngành vật lý thiên văn phải rất lớn và bộ phận thu tín hiệu phải thật nhạy để *"hứng"* từng hạt phôtôn. Những nhà thiên văn đã thu được những nguồn bức xạ vô tuyến của Hệ Mặt trời, các vì sao, tinh vân trong Ngân hà, các Thiên hà và chuẩn sao (quasar) xa lắc. Nhờ những phương tiện quan sát trên bước sóng vô tuyến mà đã có những phát hiện bất ngờ như punxa, một loại sao quay và phát xạ như một hải đăng. Một thành tựu lớn của thiên văn vô tuyến là một yếu tố quan trọng củng cố thuyết Vụ nổ lớn tạo ra Vũ trụ. Vài năm sau, các nhà thiên văn vô tuyến đã tìm thấy trong dải Ngân hà nhiều phân tử trong đó có cả phân tử hữu cơ phức tạp. Nhưng phân tử hữu cơ này là những mẩu của Axít amin trong chất đạm (prôtêin), chất đặc trưng của sự sống. Sự phát hiện ra phân tử trong Vũ trụ là một sự kiện quyết định trong công việc nghiên cứu các đám mây đen và đặc không quan sát thấy từ trước.

Kính viễn vọng dùng trong ngành thiên văn vô tuyến là ăngten như radar có thể theo dõi Thiên thể quay trên vòm trời. Tín hiệu phát ra từ các Thiên thể thu được trong kính viễn vọng vô tuyến tương tự như tiếng ồn nghe thấy trong máy thu thanh. Ta phải chế ra những máy thu và máy khuyếch đại tín hiệu dùng điốt siêu dẫn có rất ít tiếng ồn để làm nổi bật tín hiệu của Thiên thể. Các bộ phận thu tín hiệu phải để trong một bình ướp lạnh bằng khí Hêli để giảm tiếng ồn do thiết bị phát ra. Số liệu được xử lý bằng máy tính và tín hiệu vô tuyến chuyển thành hình ảnh vẽ trên màn hình. Muốn cho ảnh Thiên thể hiện rõ trên màn hình, nhà thiên văn "phải chụp" ảnh Thiên thể thật lâu bằng cách theo dõi Thiên thể hàng giờ. Cũng như một nhà nhiếp ảnh phải chọn một tốc độ đóng mở thật chậm khi đối tượng tối để nhiều ánh sáng lọt vào ống kính. Máy tính còn được dùng để điều khiển kính viễn vọng tự động quay tới hướng ngắm.

Bức xạ vô tuyến có bước sóng ngắn, bước sóng milimét, bị hấp thụ bởi hơi nước trong khí quyển. Những kính viễn vọng milimét thường đặt trên núi cao tại những địa điểm khô như những kính quan sát trong lĩnh vực khả kiến. Sự quan sát trên những bước sóng dài, sóng centimét và mét thường bị ảnh hưởng của nhiễu xạ nhân tạo như radar và những hệ thống truyền hình qua các vệ tinh. Những đài thiên văn vô tuyến thường đặt ở địa điểm hẻo lánh xa trung tâm công nghiệp. Một Uỷ ban Quốc tế được thành lập và dành riêng một số vùng sóng trong phổ điện từ cho các nhà thiên văn vô tuyến. Những vùng phổ này có nhiều vạch phân tử mà các nhà thiên văn học thường quan sát. Trên nguyên tắc không ai được phát những bước sóng trong vùng phổ bất khả xâm phạm này. Song, thực tế, vẫn có nhiễu xạ một phần vì quyết định của Uỷ ban Quốc tế không được tôn trọng hoàn toàn, một phần vì các máy thu bức xạ Vũ trụ ngày càng nhạy.

Kính viễn vọng vô tuyến có đường kính rất lớn từ 10 đến 300 mét. Hiện nay, có khoảng 40 kính viễn vọng vô tuyến trên Thế giới. Vì mặt ăngten không cần mịn như mặt gương của các viễn kính dùng trong vùng khả kiến nên ăngten dễ làm hơn mặt gương lớn. Vả lại giới hạn phân giải trên bước sóng vô tuyến kém hơn trên bước sóng khả kiến. Nếu ta muốn có giới hạn phân giải (khả năng phân tách được những chi tiết nhỏ) của vô tuyến viễn kính tương tự như giới hạn phân giải của một gương 10 mét trong vùng khả biến, thì kích thước ăngten phải lớn hơn 10 kilômét! Với kỹ thuật hiện đại, ta không thể chế tạo được một ăngten khổng lồ như thế. Tuy nhiên, ta có thể đạt được một giới hạn phân giải tốt như một ăngten khổng lồ 10 kilômét bằng cách dùng hai ăngten nhỏ đặt cách xa nhau 10 kilômét và hoạt động tương quan với nhau theo phương pháp giao thoa. Nguyên tắc của phương pháp này là trộn tín hiệu thu được từ mỗi ăngten với nhau. Theo những định luật quang học thì sự trộn tín hiệu làm tăng khả năng phân giải của viễn kính. Trên thực tế, một dãy ăngten thường được sử dụng để tăng thêm cả độ nhạy của hệ thống giao thoa. Hệ thống ăngten VLA (Very Large Array, dãy-ăngten cực lớn) gồm 27 ăngten, mỗi ăngten có đường kính 25 mét, đặt tại tiểu bang New Mexico ở Hoa Kỳ hoạt động trên những bước sóng centimét và milimét. Những ăngten của hệ thống VLA được xếp đặt theo quỹ đạo hình chữ Y. Khoảng cách tối đa giữa những ăngten khoảng 35 kilômét. Hệ thống giao thoa VLA

có giới hạn phân giải tương đương với một ăngten có đường kính 35 kilômét và có khả năng phân tách được những chi tiết nhỏ bằng ngọn nến cách xa ít nhất 4 kilômét. Khoảng cách giữa những ăngten càng xa bao nhiêu thì chi tiết của những Thiên thể càng rõ bấy nhiêu. Mỗi năm có hơn 500 nhà vật lý thiên văn trên khắp Thế giới sử dụng dãy ăngten VLA. Hiện nay có một mạng lưới giao thoa quốc tế dùng khoảng một chục ăngten cách xa nhau hàng nghìn kilômét, đặt trên các lục địa để có những giới hạn phân giải thât nhỏ. Có những đề án của Nga, Nhật và cộng đồng Âu Châu dự định phóng những ăngten quay trên quỹ đạo quanh Trái đất để tăng khoảng cách giữa những ăngten dùng quan sát những Thiên hà và các chòm sao xa lắc có kích thước góc cực nhỏ. Những hệ thống giao thoa này có khả năng phân tích những chi tiết nhỏ bằng một ngọn nến đặt trên mặt trăng.

9. KÍNH THIÊN VĂN VÀ ĐÀI THIÊN VĂN THẾ GIỚI

Năm 1610 với ống kính thiên văn dài một mét, gương có đường kính 5 centimét, độ khuyếch đại 30 lần; lần đầu tiên, Galiléo Galilée đã phát hiện bốn vệ tinh của sao Mộc, các pha của sao Kim, miệng núi lửa trên Mặt trăng và các vết đen trên Mặt trời. Năm 1781, một Bác sĩ Y khoa nhưng rất say mê toán học và thiên văn học gốc Đức sinh sống ở Anh là William Hershel (Uyliam Hecsen) với một kính thiên văn do ông tự chế tạo dài hai mét, gương có đường kính 16 centimét, độ khuyếch đại 227 lần, lần đầu tiên phát hiện ra sao Thiên Vương (Uranus).

Trong khoảng thời gian từ 1870 đến 1900, một loạt đài thiên văn đã được xây dựng bên cạnh các trung tâm Đại học lớn. Ví dụ, mới cách đây vài tháng, tháng 8-1994, nước Pháp vừa kỷ niệm 100 năm ngày ra đời của đài thiên văn lớn nhất Thế giới hồi ấy là đài thiên văn Meudon gần Paris do nhà thiên văn học nổi tiếng Jules Jassen xây dựng năm 1894 và là vị Giám đốc đầu tiên. Đài có một kính thiên văn dài 17 mét, gương có đường kính 83 centimét, độ khuyếch đại 600 lần. Vào lúc ấy, kính thiên văn lớn nhất được xây dựng ở Mỹ vào năm 1873 có đường kính 66 centimét, còn ở Châu Âu nước Áo đang chuẩn bị xây dựng kính thiên văn với gương có đường kính 67 centimét.

Bước sang Thế kỷ XX, nước Mỹ nhờ phương tiện kỹ thuật hiện đại và đất đai rộng lớn, đã xây dựng đài thiên văn không phải gần các thành phố lớn mà là những nơi có điệu kiện quan sát thuận tiện. Một loạt đài thiên văn đã được xây dựng ở các bang Texas, Arizôna,...nhưng nổi tiếng nhất là đài thiên văn Mont Palomar ở bang California ở độ cao 1871 mét. Đài thiên văn này có ống kính đường kính 508 centimét, nặng 500 tấn, độ phóng đại hơn 10.000 lần. Một kính thiên văn lớn và nặng như vậy thì không phải là nhà thiên văn điều khiển nó mà là máy móc thiết bị làm cho kính thiên văn quay mang theo nhà thiên văn học ngồi trong kính. Trong một thời gian dài, kính thiên văn ở Mont Palomar của Mỹ là kính thiên văn lớn nhất Thế giới. Vào năm 1969 - 1970 ở Liên Xô, vùng Núi Ural (nay thuộc nước Nga) đã xây dựng đài thiên văn Zêlentruk có kính thiên văn lớn nhất Thế giới với đường kính 6 mét, độ phóng đại có thể lên tới 12.000 lần.

Về quan điểm thiên văn học, để quan sát bầu trời được đầy đủ, tốt nhất là có một mạng lưới đài thiên văn rất đều trên khắp Thế giới. Nhưng rất đáng tiếc là cho đến gần đây phần lớn các đài thiên văn đều nằm ở Bắc bán cầu, vì vậy mà bầu trời phương Bắc được quan sát khá kỹ càng, nhưng bầu trời phương Nam còn ít được quan sát. Vì vậy mà năm 1962 năm nước Châu Âu là Pháp, Đức, Bỉ, Hà Lan và Thuỵ Điển đã ký công ước hợp tác xây dựng đài thiên văn phương Nam của Châu Âu (European Southern Observatory - ESO). Nó được xây dựng trên một đỉnh núi cao 2400 mét ở Chi Lê, Nam Mỹ. Đài này lần đầu tiên đã cho phép quan sát được tinh vân Magellan, điều mà trước đây không thể thực hiện được với các kính thiên văn đặt ở Bắc bán cầu.

Chúng ta ngồi trên mặt đất quan sát bầu trời gặp một trở ngại lớn là xung quanh Trái đất có lớp khí quyển dày, vì vậy lý tưởng nhất là đặt kính thiên văn trên Mặt trăng, nơi không có khí quyển, hoặc đặt trên quỹ đạo quanh Trái đất. Ngày 24 tháng 4 năm 1990 tàu con thoi của Mỹ đã đặt lên quỹ đạo kính thiên văn Vũ trụ Hubble (Hubble Space Telescope) có đường kính 2,4 mét, có thể quan sát trong dải ánh sáng nhìn thấy (khả kiến) tử ngoại và hồng ngoại. Kính nặng 800 kilôgram, năng lượng để vận hành máy móc được cung cấp nhờ các tấm pin Mặt trời diện tích 70 mét vuông, công suất điện 4,5 KW. Chi phí cho việc chế tạo kính thiên văn Vũ trụ này là 2 tỷ đôla Mỹ. Chính nhờ kính thiên văn Vũ trụ Hubble này mà toàn Thế giới đã có thể quan sát được rõ ràng vụ va chạm giữa sao Chổi

Schoemaker - Levy và sao Mộc từ ngày 16 đến ngày 21 tháng 7 năm 1994.

Mới đây, ở Mỹ đã hoàn thành việc xây dựng kính thiên văn lớn nhất Thế giới trên mỏm núi lửa đã tắt Mauna Kea ở độ cao 4200 mét tại Đảo Hawai (Mỹ) với đường kính đến 10 mét. Các nước Châu Âu đang hợp tác để xây dựng kính thiên văn cực lớn (Very Large Telescope - VLT) gồm một cụm bốn kính 8 mét tương đương với một kính có đường kính 16 mét, đặt tại Chi Lê ở độ cao 2.500 mét để quan sát bầu trời Nam bán cầu.

Bạn có biết:

Bằng mắt thường, chúng ta có thể nhìn được 6974 ngôi sao phân chia như sau: 20 sao cấp 1, 46 sao cấp 2, 134 sao cấp 3, 458 sao cấp 4, 1476 sao cấp 5, 4840 sao cấp 6. Những sao mờ quá cấp 6 thì mắt thường không nhìn thấy được mà phải nhìn bằng kính thiên văn. Hiện nay, dùng kính thiên văn hiện đại kết hợp với chụp ảnh để thời gian dài có thể nhìn thấy đến sao cấp 22 khoảng 3 tỷ ngôi sao.

Sau đây là sự liên quan giữa đường kính của gương kính thiên văn và số sao nhìn thấy được:

Đường kính (centimét)	Cấp sao	Số sao nhìn thấy (kết hợp chụp ảnh)
5	10	270.000
10	12	1,8 triệu
15	13	5,1 triệu
30	15	27 triệu
50	16	55 triệu
100	17	120 triệu
150	18	240 triệu
250	195	510 triệu
500	211	1890 triệu

GS. ĐINH NGỌC LÂN

10. SỰ TÌM KIẾM NHỮNG HÀNH TINH NGOÀI HỆ MẶT TRỜI

Các sao trong Thiên hà cũng trải qua những giai đoạn sinh tử như nhân loại trên Trái đất. Những kết quả nghiên cứu thiên văn khoảng 15 năm gần đây cho biết, là các hệ sao cùng các hành tinh quay chung quanh (như hệ Mặt trời của chúng ta) đã được cấu tạo từ một đám mây, trong đó có khí và bụi. Đám mây vừa quay, vừa sụp xuống vì sức hút của lực hấp dẫn của vật chất trong mây. Sau vài chục nghìn năm, vật chất dần dần tập trung ở giữa tạo thành một tinh vân dày đặc và dẹt như một cái bánh dầy. Ở trung tâm tinh vân, nơi mật độ cao nhất, một ngôi sao nguyên thuỷ được hình thành. Vì mới *"ra đời"*, sao chưa nóng lên, chỉ phát ra bức xạ ở miền hồng ngoại. Lúc đó, sao phát ra một luồng gió, gọi là *"gió sao"*. Sao tiếp tục co lại và nóng dần trở thành một sao sáng tỏ. Vật chất ở phía ngoài tinh vân ngưng tụ và đông lại thành một vòng đai nơi những hành tinh sẽ được tạo ra và quay chung quanh ngôi sao. Khí của tinh vân bị hút bởi lực hấp dẫn của những hành tinh lớn vừa được hình thành và tạo ra tầng khí quyển bao bọc hành tinh. Vật chất còn lại bị gió sao thổi và tan rã dần. Vì ánh sáng của ngôi sao làm loá mắt nên rất khó phát hiện những hành tinh chung quanh, cũng như ta muốn nhìn thấy một ngọn nến lờ mờ đặt sát bên cạnh một ngọn đèn sáng rực. Dùng kỹ thuật quan sát rất cầu kỳ để che ánh sáng sao, các nhà thiên văn đã chụp được ảnh vòng đai bụi chung quanh ngôi sao Bêta Pictoris, cách xa ta 53 năm ánh sáng, trong chòm sao Hội giá (giá vẽ). Bụi trong vòng đai này là những mảnh vụn còn lại trong quá trình hình thành của hệ sao. Ngôi sao chiếu sáng vòng đai và hun ấm những hạt bụi nên vòng đai phát ra nhiều tia hồng ngoại, đặc trưng của bức xạ nhiệt.

Hệ Mặt trời có 9 hành tinh quay trên những quỹ đạo hình elip nằm xấp xỉ trên một mặt phẳng. Các hành tinh Thuỷ (Mercure), Kim (Venus), Trái đất và Hoả (Mars) đã được tạo ra gần mặt trời, nơi nhiệt độ cao. Thành phần vật chất của bốn hành tinh này là đá và kim khí chịu được nóng nên không bốc thành khí. Các hành tinh Mộc (Jupiter), Thổ (Saturne), Thiên Vương (Uranus), Hải Vương (Neptune) và Diêm Vương (Pluton) được tạo ra ở vùng phía ngoài tinh vân nguyên thuỷ, cách xa Mặt trời nơi nhiệt độ thấp. Các hành tinh Mộc và Thổ là hai hành tinh khổng lồ có nhiều khí và nặng hơn hàng trăm lần Trái đất. Hành tinh có những vệ tinh quay chung quanh cũng như Mặt trăng là vệ tinh của Trái đất. Vệ tinh Jô, một trong những vệ tinh của hành tinh Mộc, có những núi lửa phun vật chất lên tới độ cao 300 kilômét. Vệ tinh Jô chịu ảnh hưởng của lực hấp dẫn của hành tinh Mộc và những vệ tinh khác như Trái đất chịu ảnh hưởng của sức hút của Mặt trăng

❖ *Theo Hiệp hội Thiên văn học Quốc tế (IAU) họp ngày 24/8/2006 tại Praha, đã không công nhận Sao Diêm Vương là một hành tinh của Hệ mặt trời, vì hành tinh này quá nhỏ và có một quỹ đạo khác thường. Nhưng đã có hơn 300 nhà Thiên văn học của Mỹ và Thế giới phản đối kết luận này.*

và Mặt trời tạo ra nước thuỷ triều lên xuống. Cho nên, cấu trúc của vệ tinh Iô bị biến dạng và vật chất lỏng ở dưới vỏ vệ tinh bị hút ra ngoài và tạo ra những núi lửa rải rác trên mặt vệ tinh. Vì xa Mặt trời nên nhiệt độ trung bình trên vệ tinh Iô chỉ khoảng âm 143 độ C. Nhiệt độ núi lửa trên Iô cũng chỉ khoảng 77 độ C, rất thấp so với nhiệt độ vật chất phun ra bởi những núi lửa trên Trái đất.

Sự tìm kiếm các hệ sao có hành tinh không dễ dàng. Hiện nay, chưa có hành tinh nào được phát hiện ngoài những hành tinh trong hệ Mặt trời. Không phải vì thế mà chúng ta có thể kết luận rằng hệ Mặt trời và Trái đất của chúng ta là hệ sao duy nhất có hành tinh. Kế hoạch thăm dò các hệ sao trong Thiên hà của chúng ta đang được xúc tiến. Trong hệ sao, những hành tinh bị lực hấp dẫn của sao chi phối và di chuyển theo những quỹ đạo nhất định chung quanh sao. Ngược lại, lực hấp dẫn của hành tinh tuy rất yếu nhưng cũng ảnh hưởng tới quỹ đạo của sao trong hệ. Nếu ta theo dõi sự chuyển động của một ngôi sao và nhận thấy quỹ đạo của nó thay đổi chút ít, thì ngôi sao có khả năng có "đồng hành" không nhìn thấy. Đó là phương pháp phát hiện gián tiếp các hành tinh. Để sự phát hiện các hành tinh được đơn giản phần nào, các nhà thiên văn chỉ theo dõi những sao đơn và loại trừ những cặp sao đôi để tránh tác động của sao đồng hành. Thí dụ, nếu ta quan sát một hệ sao như hệ Mặt trời cách xa ta 30 năm ánh sáng (3.10^{14} kilômét) thì trong 12 năm, sao chỉ "nhúc nhích" trên dưới một phần nghìn (10^{-3}) giây do tác động của hành tinh sao Mộc. Sự thay đổi của quỹ đạo tuy nhỏ nhưng nằm trong khả năng đo đạc hiện đại.

Một hành tinh tương tự như hành tinh sao Mộc trong một hệ sao chỉ sáng bằng một phần tỷ (10^{-9}) sao. Nhưng nếu ta quan sát trong vùng sóng hồng ngoại (bước sóng 10 micrômét) thì cường độ bức xạ của hành tinh là một phần triệu (10^{-6}) cường độ bức xạ của sao, tức là hành tinh tương đối sáng hơn một nghìn lần. Cho nên sự tìm kiếm hành tinh có dễ dàng một phần nào trong lĩnh vực những bước sóng hồng ngoại. Sự tìm kiếm các hành tinh được tập trung vào những hệ sao loại hệ Mặt trời trong đó hành tinh được hình thành từ vật chất trong đai chung quanh ngôi sao. Vòng đai của hệ sao trong chòm Hội giá lớn bằng sáu lần hệ Mặt trời. Khí quyển của đai cũng phát ra những vạch phân tử như Mêtan, Axetilen, hơi nước có thể phát hiện được trên những bước sóng hồng ngoại và vô tuyến. Sự phát hiện những hành tinh lớn như hành tinh Mộc trong các hệ sao khác có thể thực hiện bằng những kính viễn vọng loại lớn, đường kính 8 tới 10 mét, như kính Kếch hay VLT và kính Vũ trụ Hớpbơn. Khí quyển của Trái đất và chính kính viễn vọng cũng phát bức xạ hồng ngoại làm nhiễu xạ thu từ được từ Thiên thể. Đã có đề án đặt một trạm quan sát trên Mặt trăng nơi mật độ của khí quyển và nhiệt độ thấp để phát hiện những hành tinh nhỏ loại Trái đất của chúng ta.

11. QUÁ TRÌNH TIẾN HOÁ CỦA CÁC NGÔI SAO

Các ngôi sao cũng như các động vật và thực vật trải qua thời kỳ ấu niên, trưởng thành và lão suy. Sao sinh ra từ một đám mây có khí và bụi. Để duy trì sự sống, sao đốt nhiên liệu như Hyđrô, Hêli, Cácbon v.v... bằng những phản ứng tổng hợp nhiệt hạch phát ra rất nhiều năng lượng. Có những sao tiết kiệm nhiên liệu nên sống được tới 10 tỷ năm. Đó là trường hợp Mặt trời, tuổi hiện nay khoảng 4,5 tỷ năm và còn tồn tại được 5,5 tỷ năm nữa. Mỗi giây đồng hồ, Mặt trời tiêu thụ hàng triệu tấn nguyên liệu Hyđrô để chế biến thành năng lượng ánh sáng cần thiết cho đời sống của vạn vật trên Trái đất.

Quá trình tiến hoá của những ngôi sao không giống nhau. Sao loại Mặt trời trước khi bị tiêu huỷ phun ra những vật chất tạo thành một vỏ khí và bụi bao bọc chung quanh sao. Hiện tượng này gọi là *"gió sao"*. Bức xạ của sao chiếu và iôn hoá những nguyên tử Hyđrô trong vỏ sao. Khí iôn hoá phát ra bức xạ nhiệt tạo thành một tinh vân có vầng sáng. Vỏ sao loãng dần và tan rã ra *"môi trường giữa các sao"*. Trong khi đó, lõi sao nguội dần và trở thành một *"sao lùn trắng"* với kích thước tương tự như kích thước Trái đất nhưng không phát ra bức xạ. Những loại sao khổng lồ nặng ít nhất bằng năm lần Mặt trời tiêu thụ qúa nhiều nhiên liệu nên chỉ sống được tới mười triệu năm và kết liễu cuộc đời một cách đột ngột, nổ tung thành sao siêu mới. Nguyên nhân của sự nổ là lực do phản ứng nhiệt hạch tạo ra trong sao không đủ để chống lại sức hút của lực hấp dẫn nên sao bị sụp. Áp lực trong lõi sao trở nên lớn và vật chất bị ép biến thành các hạt nơtrôn. Sao nơtrôn quay và trở thành một pulsar (punxa) phát ra những tín hiệu thu được trong miền sóng vô tuyến. Vật chất phun hoặc bắn ra ngoài làm thay đổi thành phần hoá học của môi trường giữa các sao và sẽ là mầm mống trong sự cấu tạo ra những ngôi sao thế hệ sau.

12. PULSAR, MỘT ĐỒNG HỒ THIÊN NHIÊN CHÍNH XÁC

Sau khi sao bùng nổ, khí và bụi bay ra ngoài trong khi lõi sao co lại và tạo ra một sức ép rất mạnh làm cho êlêctrôn thấm vào hạt nhân và kết hợp với prôtôn để thành nơtrôn. Trung tâm lõi sao nơtrôn biến thành chất "siêu lỏng" không nhớt. Sao nơtrôn có đường kính vài chục kilômét nhưng nặng bằng khoảng Mặt trời. Một centimét khối vật chất trong sao nặng hàng tỷ tấn! Một số các nhà vật lý thiên văn, dựa trên lý thuyết, đã tiên đoán rằng có khả năng có loại sao này ở trung tâm các sao siêu mới. Từ trường cũng bị ép sau khi sao sụp đổ và trở nên rất lớn, khoảng 10^{12} gauss (Gaoxơ), tức là bằng một nghìn tỷ lần từ trường trên Trái đất. Sao nơtrôn tự quay rất nhanh, tốc độ có thể lớn tới 640 vòng một giây! Chu kỳ quay rất ngắn từ vài phần nghìn đến một giây đồng hồ, lôi theo cả từ trường. Trục của từ trường không cùng hướng với trục quay của sao. Sao nơtrôn quay và tạo ra một điện trường làm tăng tốc độ các hạt mang điện tích như êlêctrôn và iôn lên gần bằng tốc độ ánh sáng. Những hạt này tập trung ở hai vùng cực của sao và bị bẫy trong từ trường. Bức xạ phát ra trong một chóp nón có góc rất nhỏ theo hướng của trục từ trường. Tia bức xạ quay theo sao như một hải đăng phát ra từng xung. Mỗi khi tia bức xạ hướng về phía Trái đất thì ta có thể thu được những đợt xung vào viễn kính vô tuyến. Thiên thể này được gọi là pulsar (punxa), nghĩa là sao xung (pulsating star).

Pulsar đầu tiên được tình cờ phát hiện năm 1967 bởi hai nhà vật lý thiên văn người Anh, cô Bell (Benlơ) và ông thầy của cô là ông Hewish (Hiuysơ) làm việc tại Đại học Cambridge (Cambrigiơ). Bức xạ vô tuyến họ thu được trên bước sóng 3,7 mét phát ra từ xung có nhịp rất đều. Mới đầu một số nhà khoa học nghi đó là thông điệp của một nền văn minh nào trong Vũ trụ ! Sau một thời gian tìm hiểu, nguyên nhân huyền bí của bức xạ pulsar đã được giải thích bằng cơ chế phát xạ của sao nơtrôn. Pulsar đầu tiên được đặt tên là CP 1919 (CP chính là chữ viết tắt của chữ "Cambridge pulsar", còn những con số là toạ độ của nó trên vòm trời). Giải thưởng Nobel năm 1974 đã được trao cho nhà thiên văn Hiuysơ. Lúc đó, khoảng một trăm pulsar đã được phát hiện bởi các nhà thiên văn trên thế giới. Tuổi của pulsar chỉ vào khoảng vài triệu năm nên những Thiên thể này tương đối trẻ so với Mặt trời (5 tỷ năm). Pulsar quay chậm dần vì phải dùng một phần năng lượng quay để phát xạ. Pulsar ở trung tâm sao siêu mới, vết tình của vụ sao nổ năm 1054 tạo ra Tinh vân Cua, mỗi tháng chỉ quay chậm đi một phần triệu giây. Nếu ta loại trừ độ chậm do cơ chế phát xạ, ta có thể đo được chu kỳ quay thực chất của pulsar. Chu kỳ này rất ổn định nên pulsar có một nhịp quay chính xác hơn cả những đồng hồ nguyên tử dùng để làm mẫu giờ, chỉ sai vài phần trăm triệu giây (10^{-6} giây) một năm.

Cũng trong mùa hè năm 1974, một nhà thiên văn vô tuyến người Mỹ Taylor (Tailo) cùng một sinh viên của ông là Hulse (Hơnsơ) dùng kính vô tuyến của Đài thiên văn Arecibo (Arêxibô) để nghiên cứu về pulsar. Trong vùng sóng centimét thì kính này lớn nhất toàn cầu. Cả một lòng chảo (vùng trũng) hình cái bát có đường kính 300 mét ở miền núi đảo Poctô Ricô đã được lát bằng một mạng lưới sắt để làm thành một ăngten khổng lồ. Hai nhà thiên văn Taylor và Hulse dùng vô tuyến viễn kính này phát hiện được một pulsar rất đặc biệt trong chòm sao Thiên Ưng (Aquila-loại chim ưng để đi săn). Pulsar đặt tên là PSR 1913 + 16 có chu kỳ 59 mili giây, tức là pulsar quay được 17 vòng mỗi giây đồng hồ. Pulsar này khác với những pulsar đã phát hiện ra trước ở chỗ là nhịp của xung thay đổi, tăng giảm tuần hoàn. Hai nhà khoa học khẳng định rằng pulsar này có một ngôi sao đồng hành, tuy không quan sát thấy nhưng gián tiếp xuất hiện bằng cách làm nhiễu chu kỳ của pulsar. Trong hệ sao đôi, sao nơtrôn của pulsar quay chung quanh một sao nơtrôn khác, như một cặp người nhảy múa. Hai sao quay chung quanh nhau được một vòng trong 7 giờ 45 phút. Những hệ sao đôi có rất nhiều trong dải Ngân hà. Tuy nhiên, sự phát hiện ra một số hệ sao đôi trong đó sao đồng hành là một pulsar là một sự kiện bất ngờ. Vì như ta đã biết, pulsar được tạo ra do một vụ nổ (sao siêu mới) kết thúc cuộc đời của ngôi sao. Ta khó hình dung được hệ sao đôi có thể tồn tại sau vụ nổ mà không bị phá vỡ. Hai nhà khoa học nhận thức rằng sự phát hiện của họ vô cùng quan trọng, hệ sao pulsar đôi này có khả năng là một thí nghiệm thiên nhiên hiếm có để xác minh thuyết tương đối rộng của Einstein. Vì trường hấp dẫn của hệ sao đôi này rất dễ phát hiện được. Sau khi theo dõi quan sát liên tục pulsar PSR 1913 + 16 và kiên nhẫn thu lượm số liệu trong 14 năm, họ đã tính được rất chính xác những đặc tính quỹ đạo của của pulsar và sao

nơtrôn đồng hành và khối lượng của chúng. Pulsar và sao nơtrôn đồng hành nặng xấp xỉ bằng nhau với khối lượng bằng 1,4 khối lượng Mặt trời. Bức xạ của sao đồng hành không thu được vì Trái đất không ở trong hình nón phát xạ của nó. Sự thay đổi chu kỳ khi pulsar chuyển động chung quanh sao nơtrôn là do tương tác rất chặt chẽ giữa hai Thiên thể đặc và nặng trong một trường hấp dẫn rất lớn. Trong trường hợp này, hệ sao đôi phát ra *"bức xạ hấp dẫn"* (cũng gọi là *"sóng hấp dẫn"*). Theo thuyết tương đối của Einstein, khi một vật thể nặng chuyển động trong một trường hấp dẫn thì phát bức xạ hấp dẫn. Vì pulsar phát sóng hấp dẫn nên mất năng lượng, quỹ đạo của pulsar và sao nơtrôn nhỏ dần. Hai Thiên thể ngày càng quay gần nhau và chu kỳ của pulsar chuyển động trên quỹ đạo ngày càng ngắn đi. Theo thuyết tương đối, nếu pulsar phát sóng hấp dẫn thì mỗi năm chu kỳ phải giảm 75 miligiây (0,075 giây) đúng như kết quả quan sát được. Lần đầu tiên, sóng hấp dẫn tiên đoán bởi thuyết tương đối đã được phát hiện, tuy một cách gián tiếp, trong một "phòng thí nghiệm Vũ trụ". Sóng hấp dẫn rất yếu nên chưa thu được trực tiếp trong các phòng thí nghiệm trên Trái đất, mặc dù các nhà vật lý đã dùng những máy móc tối tân và quan sát lâu năm. Mười chín năm sau khi phát hiện ra pulsar đôi PSR 1913 + 16, hai nhà vật lý thiên văn Hulse và Taylor đã được trao tặng giải Nobel vật lý năm 1993, thưởng cho công trình nghiên cứu của hai ông về lực hấp dẫn trong Vũ trụ.

Năm 1982, một loạt pulsar mới có chu kỳ quay rất ngắn, khoảng một phần trăm nghìn giây, gọi là "pulsar miligiây" đã được phát hiện. Pulsar này già hơn những pulsar có chu kỳ dài, tuổi vào khoảng 100 triệu năm. Pulsar miligiây có chu kỳ ngắn nhất là 1,5578 miligiây tức là tốc độ tự quay của nó là 642 vòng một giây! Những pulsar này lúc trước thuộc những hệ sao đôi. Pulsar dần dần hút hết khí quyển của sao đồng hành. Hiện tượng này có thể ví như một luồng gió lốc thổi và làm tăng tốc độ quay của pulsar, nên chu kỳ quay giảm xuống. Quỹ đạo của pulsar và sao hẹp dần và sau cùng sao đồng hành bị "nuốt" bởi pulsar. Chu kỳ quay của pulsar miligiây ổn định hơn cả những đồng hồ nguyên tử và là những mẫu giờ rất chính xác. Cũng vì lý do này mà các nhà thiên văn có ý định dùng loại pulsar miligiây để phát hiện sóng hấp dẫn từ Vũ trụ phát ra. Vì khi sóng hấp dẫn truyền tới vị trí của pulsar thì chu kỳ pulsar bị nhiễu và thay đổi. Pulsar miligiây là một dụng cụ thiên nhiên dùng để phát hiện sóng hấp dẫn. Hiện nay, một số nhà thiên văn đang cố gắng tạo ra một hệ thống quốc tế đo giờ chính xác để thực hiện thí nghiệm này. Sóng hấp dẫn còn được phát ra chung quanh những lỗ đen và dây Vũ trụ nơi trường hấp dẫn rất lớn.

13. LỖ ĐEN - MỘT VỰC THẲM KHÔNG ĐÁY

Lỗ đen là một loại Thiên thể kỳ lạ nhất trong Vũ trụ và được tạo ra trong trí óc của nhà vật lý lý thuyết. Sau khi sao tiêu thụ gần hết nhiên liệu thì năng lượng hạt nhân không còn đủ để ngăn cản lực hấp dẫn làm sao co lại. Trường hấp dẫn ngày càng lớn và không - thời gian chung quanh sao ngày càng cong. Không - thời gian cong đến mức các hạt phôtôn (hạt ánh sáng) phát ra từ sao chuyển động theo đường cong của không - thời gian phải quay trở lại mặt sao, cũng như một quả bóng ta ném lên không trung rồi rơi xuống mặt đất vì bị hút bởi trường hấp dẫn của Trái đất. Lúc đó, sao co với một kích thước "tới hạn" và các hạt ở trong sao phải có tốc độ lớn hơn cả tốc độ ánh sáng mới thoát ra khỏi trường hấp dẫn và truyền ra ngoài được. Vì không có vật nào chuyển động nhanh hơn tốc độ ánh sáng nên vật chất cũng như ánh sáng đều bị bẫy trong sao. Thiên thể này như chờ đợi mồi kể cả ánh sáng bén mảng đến chung quanh để lôi cuốn vào trong lòng như vào một vực thẳm nên được gọi là lỗ đen (black hole).

Thiên thể càng nặng bao nhiêu thì kích thước tới hạn càng lớn bấy nhiêu. Một Thiên thể nặng bằng Mặt trời có kích thước tới hạn khoảng một kilômét. Tức là một ngôi sao như Mặt trời có đường kính một triệu kilômét có thể trở thành một lỗ đen nếu sao sụp đổ đến lúc đường kính của sao chỉ còn một kilômét. Tuy nhiên, không phải Thiên thể nào cũng kết thúc cuộc đời thành lỗ đen. Đến giai đoạn cuối cùng trong quá trình tiến hoá, loại sao như Mặt trời sẽ phun hết khí quyển ra môi trường giữa các sao và để lại một lõi sao có đường kính khoảng mười nghìn kilômét. Kích thước này lớn hơn kích thước tới hạn (một kilômét) của Mặt trời nên sao như Mặt trời không thể trở thành lỗ đen. Những sao này sẽ trở thành sao lùn trắng. Những sao nặng bằng khoảng bốn, năm lần Mặt trời thì bùng nổ thành sao siêu mới và lõi sao co lại đến mức những hạt êlectrôn và

prôtôn bị nén liền với nhau thành những hạt nơtrôn. Chỉ có những sao nặng bằng khoảng tám, mười lần Mặt trời thì có thể co mãi cho tới khi đạt tới kích thước tới hạn và trở thành lỗ đen. Lúc đó, một centimét khối trong lõi sao nặng bằng khoảng cả Trái đất (10^{22} tấn)! Mật độ trung bình của Mặt trời chỉ là 1 gam trong một centimét khối. Lỗ đen càng nhỏ thì mật độ càng lớn và càng bẻ cong không - thời gian. Có lý thuyết dự đoán rằng, những lỗ đen tí hon bằng hạt prôtôn (kích thước 10^{-13} centimét) nhưng nặng bằng một tỷ (10^{9}) tấn đã được tạo ra trong Vũ trụ nguyên thuỷ. Lỗ đen tí hon rất nóng và tự huỷ dần song cuối cùng nổ tan. Nhưng Thiên thể kỳ dị này dù có thực nhưng cũng chưa phát hiện được.

Vì lỗ đen thu hút cả ánh sáng của nó, nên không nhìn thấy và rất khó phát hiện được. Tuy nhiên, những tác động do lỗ đen tạo ra có những tính chất rất đặc biệt và là những yếu tố tiêu biểu cho sự hiện diện của nó. Nếu lỗ đen thuộc một hệ sao đôi thì hút khí quyển của sao đồng hành. Khi bị hút và cuốn như gió lốc thành hình một cái đĩa chung quanh lỗ đen. Đĩa khí bị hun nóng tới hàng triệu độ nên phát tia X. Những vùng trong Vũ trụ phát ra nhiều tia X có khả năng chứa những lỗ đen. Những vệ tinh chuyên quan sát trên những sóng tia X đã được phóng ra ngoài khí quyển Trái đất để phát hiện những nguồn tia X trong Vũ trụ. Những hệ sao nơtrôn đôi cũng phát tia X. Như đã trình bày ở trên, ta có thể đo được khối lượng của hai sao trong hệ sao đôi. Nếu là sao nơtrôn thì khối lượng của sao chỉ vào khoảng năm lần khối lượng Mặt trời. Nếu Thiên thể nặng hơn phát ra tia X thì có nhiều khả năng nguồn X là một lỗ đen. Một nguồn tia X tên là Cygnus X1 (Xichnuxơ X1) của hệ sao đôi trong chòm sao Thiên Nga được coi là một lỗ đen nặng ít nhất bằng tám lần Mặt trời. (Trong thiên văn học, người ta thường dùng khối lượng Mặt trời làm đơn vị đo khối lượng các Thiên thể). Nhân các Thiên hà và chuẩn sao, cũng gọi là quada nơi tập trung nhiều năng lượng thường chứa những lỗ đen khổng lồ. Trung tâm giải Ngân hà của chúng ta, nơi phát hiện ra rất nhiều bức xạ Xincrôtrôn, có một lỗ đen nặng bằng một triệu lần Mặt trời nhưng kích thước chỉ nhỏ bằng vài nghìn lần đường kính Mặt trời. Lỗ đen là một thiên thể vừa nặng, vừa gọn, không cồng kềnh.

Theo thuyết tương đối, một tia bức xạ truyền qua bên cạnh một vật có khối lượng thì dịch chuyển về phía đỏ do ảnh hưởng của trường hấp dẫn. Đó là sự dịch chuyển về phía đỏ do hiệu ứng Einstein. Nếu vật nặng vừa gọn, tức là nếu khối lượng của nó càng lớn và kích thước càng nhỏ thì độ dịch chuyển về phía đỏ càng cao. Một Thiên thể như Mặt trời, tuy nặng ($2x10^{27}$ tấn) nhưng cồng kềnh (đường kính 1,4 triệu kilômét) chỉ tạo ra độ dịch chuyển về phía đỏ rất nhỏ. Một Thiên thể nặng bằng Mặt trời nhưng gọn, chỉ có đường kính 6 kilômét, thì độ dịch chuyển về phía đỏ trên mặt Thiên thể trở thành vô tận. Thiên thể này không thể bức xạ được vì tất cả các phổ điện từ đều dịch chuyển về vô tận, phía những bước sóng dài. Đó chính là trường hợp của các lỗ đen.

14. THIÊN HÀ

Kết quả quan sát của vệ tinh COBE cho biết là bức xạ phông Vũ trụ thăng giáng từ hướng này sang hướng khác tỏ ra Vũ trụ nguyên thuỷ không đồng đều. Ở những địa điểm cường độ bức xạ tương đối cao hơn trung bình, thì mật độ vật chất và trường hấp dẫn cũng tăng. Vật chất chung quanh bị thu hút bởi trường hấp dẫn và ngưng tụ thành những đám mây nguyên thuỷ. Trường hấp dẫn mạnh dần và quá trình thu hút ngày càng bành trướng tạo thành những đám mây đủ các cỡ. Những đám mây có khối lượng bằng 100 tỷ (10^{11}) khối lượng Mặt trời là mầm mống của Thiên hà. Sau cùng, đám mây sụp đổ do sức nặng của nó và đồng thời quay nên dẹt hẳn xuống. Đám mây phân tán ra nhiều mảnh thành sao và vật chất giữa các sao để tạo ra hệ Thiên hà. Cả hệ Thiên hà quay chung quanh trục thẳng góc với mặt phẳng Thiên hà. Thực tế thì sự cấu tạo ra những Thiên hà là một quá trình phức tạp, do sự cạnh tranh của ba hiện tượng "lực hấp dẫn làm co đám mây nguyên thuỷ để vật chất có thể ngưng tụ; áp lực của khí trong đám mây chống lại sự co; sự giãn nở của Vũ trụ là loãng đám khí và cản trở vật chất ngưng tụ". Việc tìm hiểu sự hình thành của Thiên hà vẫn đang là một vấn đề nghiên cứu có tính thời sự.

Về mặt hình thức, Hớpbơn chia Thiên hà làm ba loại. Những thiên hà dẹt có dạng những cánh tay xoắn ốc như Thiên hà của chúng ta gọi là những *"Thiên hà xoắn ốc"*. Loại thứ hai là những Thiên hà elip không dẹt bằng những Thiên hà xoắn ốc, và không có tay nên gọi là những *"Thiên hà hình elip"*. Loại thứ ba là những mảnh Thiên hà như hai thiên hà Magellan (gọi là *"đám mây lớn"* và *"đám mây nhỏ"*), không có hình đặc biệt trông như những đám mây gọi là những *"Thiên hà không đều"*. Hình

những Thiên hà mà ta nhìn thấy chính là hình chiếu của Thiên hà trên nền trời. Độ nghiêng giữa mặt phẳng của Thiên hà và nền trời khác nhau từ Thiên hà này tới Thiên hà khác. Nếu thiên hà nhìn trước mặt thì hình Thiên hà là một hình tròn trông rõ những cánh tay xoắn ốc. Nếu Thiên hà nghiêng trên nền trời thì những cánh tay xoắc ốc bị che và ta chỉ nhìn thấy một hình dẹt. Thiên hà của chúng ta là loại thiên hà xoắn ốc, có đường kính 90 nghìn năm ánh sáng và nặng bằng khoảng 100 tỷ Mặt trời. Hệ Mặt trời nằm trong một cánh tay xoắn ở ria Thiên hà, cách trung tâm vào khoảng hai phần ba bán kính, tức là 30 nghìn năm ánh sáng. Đó là hình ảnh của Thiên hà của chúng ta nhìn thấy bởi những "người" (nếu có) ở một Thiên hà khác (hiện nay chưa chứng minh là có sinh vật ngòai hệ Mặt trời). Vì chúng ta ở trong Thiên hà nên không có tầm mắt rộng và chỉ nhìn được hình chiếu của từng khúc Thiên hà trên vòm trời, dưới hình dạng một vệt nhạt trong đó có nhiều sao gọi là dải Ngân hà. Cũng như ta đứng trong một khu rừng thì chỉ nhìn thấy đầu cây mà không hề biết hình thù của khu rừng.

Thiên hà thường tụ tập trong những quần thể gồm có từ 10 đến 100 Thiên hà. Thiên hà của chúng ta cũng thuộc một quần thể Thiên hà, quần *"địa phương"* gồm có hai đám mây Magellan, Thiên hà Tiên nữ và một số Thiên hà gần. Có thuyết cho rằng những Thiên hà elip được tạo ra bởi sự va chạm giữa hai Thiên hà xoắn ốc trong những quần thiên hà. Sau khi va chạm, khí trong Thiên hà bị rút ra ngoài nên Thiên hà elip chứa ít khí.

15. THIÊN HÀ PHÁT SÓNG VÔ TUYẾN

Một phần khí trong Thiên hà bị iôn hoá bởi tia tử ngoại phát ra từ các ngôi sao. Những hạt êlêctrôn và iôn tương tác với nhau và phát ra bức xạ nhiệt. Đó là bức xạ phát ra bởi những tinh vân, tức là những đám khí Hyđrô bị iôn hoá mà ta quan sát thấy trong vùng bước sóng khả kiến và vô tuyến. Nhiệt độ của đám mây phản ánh sự chuyển động hỗn độn của êlêctrôn. Đo cường độ của bức xạ nhiệt tức là đo nhiệt độ của tinh vân. Trong vết tích của những vụ nổ sao siêu mới, những êlêctrôn tương đối tính có tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng bị bẫy trong từ trường nên phát ra bức xạ Xincrôtrôn. Bức xạ của những Thiên hà là bức xạ hỗn hợp vừa nhiệt vừa Xincrôtrôn. Tuy nhiên, bức xạ phát ra trên những bước sóng vô tuyến ngắn, từ khoảng 5 centimét trở xuống. Bức xạ Xincrôtrôn phát ra trên những bước sóng dài từ khoảng 10 centimét trở lên. Chọn bước sóng quan sát là một phương pháp phân biệt hai loại bức xạ.

Nhìn trong viễn kính thì những Thiên hà xa xăm là một đốm lờ mờ, trong khi ngôi sao là những điểm sáng. Quada (quasar = quasistellar object, vật gần như sao) có hình thức biểu kiến giống như một ngôi sao trong Thiên hà. Độ chuyển động về phía đỏ của quada rất cao, tức là có độ lùi rất lớn, chứng tỏ là những Thiên thể này ở ngoài Thiên hà của chúng ta, và cách xa ta rất nhiều. Thiên hà vô tuyến và quada là những nguồn bức xạ vô tuyến Xincrôtrôn mạnh nhất trong Vũ trụ. Tuy đôi khi không nhìn thấy những Thiên thể này trong viễn kính, nhưng bức xạ vô tuyến của chúng vẫn đủ mạnh để phát hiện được trong những vô tuyến viễn kính. Vì thế nên ta có thể quan sát những nguồn bức xạ đó ở khoảng cách rất xa, tức là có thể đi ngược thời gian để thăm dò những thời điểm xa xưa. Vì Thiên hà và quada vô tuyến ở xa nên kích thước góc (kích thước biểu kiến đo bằng đơn vị độ, phút, giây) của chúng rất nhỏ. Phải dùng những hệ thống giao thoa có khả năng phân giải tốt mới phát hiện được cấu trúc của những nguồn bức xạ vô tuyến này. Hình vô tuyến thường gồm có một nguồn bức xạ trung tâm phát ra bởi nhân của thiên hà hay quada. Phía bên có hai "thuỳ" như hai trái tai nối liền với trung tâm bởi hai tia bức xạ dài nhỏ. Bức xạ vô tuyến của những Thiên thể này là bức Xạ xincrôtrôn do êlêctrôn có tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng chuyển động xoắn ốc trong từ trường phát ra. Những hạt êlêctrôn phun ra từ nhân Thiên thể bị dồn về hai hướng tạo ra hai tia bức xạ dài như hai ống khói và đọng trong hai thuỳ nơi môi trường giữa Thiên hà bị ép nén.

Một thí dụ điển hình của những Thiên hà vô tuyến 3C 111 (Thiên hà số 111 trong danh mục 3C của đài vô tuyến thiên văn Cambridge) quan sát bằng hệ vô tuyến giao thoa VLA trên bước sóng 18 centimét. Ảnh này là hình "màu giả tạo" xử lý bằng máy tính từ số liệu thu được bằng vô tuyến viễn kính. (Mắt thường chỉ nhìn được trong vùng bước sóng khả kiến từ 0,4 đến 0,8 micrômét). Màu giả tạo là màu chọn bởi người xử lý hình tuỳ theo sở thích. Giới hạn phân giải của kính là 4 giây, tức là kính có

khả năng phân biệt những chi tiết nhỏ bằng hạt gạo ở khoảng cách 250 mét. Thiên hà 3C 111 cách xa ta 6 trăm triệu năm ánh sáng. Nhân của Thiên hà bắn những tia vật chất ra xa tới 200 nghìn năm ánh sáng, tức là gần bằng ba lần đường kính của các dải Thiên hà! Ta thấy rõ nhân và hai thuỳ nhưng chỉ phát hiện được một tia xạ dài bên trái. Có thể là vụ nổ không đối xứng và tia êlectrôn chỉ bắn ra một bên. Khi ta quan sát thiên hà 3C 111 trong vùng phổ khả kiến (nhìn thấy bằng mắt) bằng những viễn kính lớn, thì Thiên hà dường như không nhìn thấy.

Nhân của những Thiên hà vô tuyến và của quada là một nhà máy sản sinh êlectrôn có tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng. Năng lượng của mỗi thiên hà và quada vô tuyến lớn bằng hàng triệu lần năng lượng của những Thiên hà khác trong Vũ trụ. Năng lượng lớn như vậy chỉ chứa trong một thể tích với kích thước nhỏ bằng một phần mười vạn lần kích thước những dải Thiên hà. Nguồn gốc của kho năng lượng đó vẫn là một vấn đề chưa giải quyết được. Các nhà thiên văn đoán rằng chỉ có những tai biến như những vụ nổ vô cùng mãnh liệt trong nhân Thiên hà mới giải thích được hiện tượng phát ra. Những khối vật chất nặng bằng hàng triệu khối lượng Mặt trời bắn ra ngoài với tốc độ lớn gần bằng tốc độ ánh sáng! Nhân của Thiên hà và quada vô tuyến có thể là một lỗ đen "ngốn" sao cùng khí và bụi chung quanh với khẩu phần hàng ngày là cả một ngôi sao như Mặt trời. Thiên hà có những cánh tay xoắn ốc đầy khí và bụi là những kho lương thực lý tưởng của lỗ đen.

16. NGUYÊN TỬ VÀ PHÂN TỬ TRONG VŨ TRỤ

Nguyên tử và phân tử có khả năng hấp thụ và phát bức xạ trên những tần số (hoặc bước sóng) xác định. Phổ của bức xạ phát ra bởi một đám khí nguyên tử hoặc phân tử có những vạch đơn sắc nghĩa là chỉ hiện ra trên những tần số cố định đặc trưng cho chất khí. Mỗi nguyên tố hoá học có một phổ riêng, giống như một tấm ảnh căn cước để nhận dạng cá nhân. Máy quay phổ được dùng để phân tích bức xạ và phát hiện ra vạch nguyên tử và phân tử cũng như lăng kính phân giải ánh sáng. Nguyên tử là một hạt nhân có một số êlectrôn quay chung quanh. Nguyên tử đơn sơ và nhẹ nhất là nguyên tử Hiđrô chỉ có một prôtôn là hạt nhân và một êlectrôn. Phân tử thường gồm có nhiều nguyên tử và có thể quay chung quanh một trục và dao động (rung) như một lò xo. Năng lượng của nguyên tử và phân tử tuỳ thuộc ở quỹ đạo của êlectrôn và sự tự quay của dao động. Theo cơ học lượng tử thì năng lượng của nguyên tử và phân tử thay đổi một cách không liên tục, nhẩy từng bước như leo trên những bậc thang. Khi nguyên tử hoặc phân tử hấp thụ bức xạ thì nhảy vọt lên tới mức năng lượng cao. Ngược lại, khi năng lượng giảm thì các hạt phát bức xạ. Độ thay đổi ΔE của năng lượng càng lớn bao nhiêu thì tần số f của bức xạ hấp thụ hoặc bức xạ phát ra bởi nguyên tử và phân tử càng cao bấy nhiêu ($\Delta E = hf$, h là hằng số plank). Năng lượng cao hay thấp là tuỳ sự chuyển động của những êlectrôn và những hạt nhân trong nguyên tử và phân tử. Sự thay đổi từng mức của năng lượng nguyên tử hoặc phân tử là kết quả của lý thuyết cơ học lượng tử mới làm ra từ đầu Thế kỷ XX. Cơ học lượng tử đã mở ra một kỷ nguyên mới cho ngành vật lý hiện đại.

17. VẠCH 21 CENTIMÉT CỦA NGUYÊN TỬ HYĐRÔ. PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐẠC KHOẢNG CÁCH CỦA CÁC THIÊN THỂ

Hyđrô là nguyên tố thông thường nhất trong Vũ trụ. Mỗi khi thay đổi trạng thái năng lượng, nguyên tử Hyđrô phát ra một vạch có bước sóng vô tuyến 21 centimét (tần số f = 1420 megahec, tức là 1420 triệu hec). Hiện tượng tự nhiên này rất hiếm vì cứ một triệu năm, mỗi nguyên tử Hyđrô mới tự thay đổi mức năng lượng và tự phát ra vạch bức xạ 21 centimét. Khi va chạm với những hạt khác, đặc biệt với êlectrôn trong môi trường giữa các sao, nên nguyên tử Hyđrô bắt buộc phải đổi mức năng lượng nhanh chóng hơn nhiều. Cho nên cứ 400 năm, mỗi nguyên tử Hyđrô có phát ra một vạch bức xạ nhờ hiện tượng *"cảm ứng"* này. Thêm nữa, vì khí Hyđrô nhiều nhất nên cường độ của vạch 21 centimét rất mạnh. Vạch này thường dùng để nghiên cứu cấu trúc đại quy mô của các Thiên hà và phát hiện những cánh tay xoắn ốc của chúng. Thiên hà tự quay chung quanh một trục như một bánh xe. Quan sát vạch 21 centimét ta biết định luật quay và khối lượng khí của những Thiên hà. Tốc độ quay thay đổi từ trung tâm ra ngoài vùng ngoại vi. Trong Thiên hà của chúng ta, tốc độ quay ở vùng trung tâm là 200 kilômét một giây. Tốc độ tăng dần tới 250 kilômét một giây ở vị

trí Mặt trời cách trung tâm 30 nghìn năm ánh sáng và dường như không tăng nữa ra tới vùng ngoại vi. Thiên hà chứa nhiều khí nên không quay như một vật rắn. Nếu Thiên hà là một vật rắn thì tốc độ cứ tăng đều ra tận ngoài.

Vì cường độ của vạch 21 centimét rất mạnh nên vạch này được dùng để phát hiện những Thiên hà rất xa và để đo *"tốc độ xuyên tâm"* của những Thiên hà, tức là tốc độ lùi chiếu theo hướng ngắm của người quan sát. Theo hiệu ứng Đôpơle thì tần số mà ta đo được của một vạch bức xạ phát ra bởi một vật thể giảm đi khi vật thể chuyển động lùi xa người quan sát. Khi tần số giảm đi thì bước sóng của bức xạ dài ra. Vạch bức xạ *"dịch chuyển về phía đỏ"*. Ngược lại, khi vật phát bức xạ tiến về phía người quan sát thì tần số của bức xạ cao lên và bước sóng giảm đi: vạch bức xạ *"dịch chuyển về phía xanh"*. Cũng như tiếng còi xe lửa của âm thanh dài ra khi xe lửa tiến về phía ta thì tiếng còi dường như cao hơn vì bước sóng của âm thanh ngắn đi. Như ta đã biết, những Thiên hà đều đi ra xa nhau nên các vạch phổ quan sát thấy chỉ dịch chuyển về phía đỏ. Tốc độ lùi càng lớn thì độ dịch chuyển về phía đỏ càng cao. Độ giảm Δf của tần số so với tần số "nghỉ" f (của bức xạ phát ra nếu vật không thể chuyển động) là $\Delta f = f\, v/c$, v là tốc độ xuyên tâm và c là tốc độ ánh sáng (c = 300 nghìn kilômét/giây). Vạch nguyên tử Hyđrô 21 centimét (tần số nghỉ f là 1420 megahec) phát ra bởi một Thiên hà lùi xa ta là 3000 kilômét/giây thì dịch chuyển về phía đỏ và thu được trên tần số 1420 megahec - 14,2 megahec = 1405,8 megahec. Biết tốc độ xuyên tâm lùi v, ta có thể ước tính được khoảng cách đ của Thiên hà bằng định luật Hớpbơn, $đ = v/H$, H là hằng số Hớpbơn. Trong thiên văn học, người ta thường dùng đơn vị kilômét/giây để đo tốc độ và đơn vị "megapacsec" (một megapacsec là một triệu pacsec) để đo khoảng cách. *Một pacsec (pacsec, viết tắt là pc) là 3,2 năm ánh sáng và một megapacsec là 3,2 triệu năm ánh sáng.* Trong hệ thống đơn vị trên thì hằng số Hớpbơn là 75. Thí dụ, nếu ta đo thấy tốc độ lùi của một Thiên hà là 750 kilômét/giây thì khoảng cách của nó là 10 Mpc.

Các nhà thiên văn học đo độ dịch chuyển về phía đỏ tức là tốc độ lùi của các Thiên hà bằng máy quang phổ. Không những vạch Hyđrô mà toàn bộ những vạch xạ trong phổ của những Thiên hà xa xăm đều cùng dịch chuyển về phía đỏ. Ta có thể đo độ dịch chuyển của bất cứ vạch nào từ vạch vô tuyến và xác định khoảng cách của Thiên hà bằng cách áp dụng định luật Hớpbơn. Khoảng cách của sao trong dải ngân hà có thể được xác định bằng cách so sánh độ sáng (cấp sao) của các sao với nhau. Độ dịch chuyển của các vạch bức xạ của những ngôi sao lân cận quá nhỏ. Vì gần Trái đất, nên vị trí biểu kiến của những thiên thể này thay đổi tuỳ theo vị trí của Trái đất trên quỹ đạo chung của Mặt trời. Trong trường hợp này, những phương pháp đo đạc khoảng cách đều dựa trên hình học. Khoảng cách của những hành tinh có thể được xác định bằng phương pháp radar phát những tín hiệu vào hướng hành tinh và đo thời gian của tiếng vọng.

18. PHÂN TỬ HỮU CƠ TRONG VŨ TRỤ. "KHO RƯỢU" TRONG TRUNG TÂM DẢI NGÂN HÀ

Điều kiện lý hoá trong môi trường trên Trái đất khác hẳn với điều kiện trung bình trong môi trường của những Thiên hà. Trong không khí ta thở có tới hàng vạn triệu tỷ (10^{19}) nguyên tử và phân tử trong một centimét khối! Nhiệt độ bình thường mùa Hạ trong vùng ôn đới trên mặt Trái đất khoảng 300 độ Kenvin (27 độ C). Chân không thực hiện được trong các phòng thí nghiệm cũng còn có tới vài triệu phân tử trong một phân khối. Mật độ trung bình trong các dải Thiên hà chỉ bằng vài chục nguyên tử Hyđrô trong một centimét khối và nhiệt độ khoảng vài chục độ Kenvin. Những đám mây khí đặc nhất trong môi trường giữa các sao chỉ chứa vài triệu tới vài trăm triệu phân tử Hyđrô trong một centimét khối. Tóm lại, so với khí quyển trên mặt Trái đất thì môi trường giữa các sao rất loãng và lạnh làm cho xác suất va chạm giữa những nguyên tử rất thấp cho nên môi trường giữa các sao trong Vũ trụ dường như không thuận lợi cho quá trình tổng hợp các phân tử. Tuy nhiên, nhờ có các tia tử ngoại phát ra từ những ngôi sao chiếu vào những đám mây khí nên các phản ứng hoá học được tiến hành một cách hiệu nghiệm. Những hạt bụi trong những đám mây khí cũng cần thiết cho sự bảo tồn phân tử vì chúng chắn những tia có thể làm huỷ phân tử.

Sự phát hiện ra phân tử trong các dải Thiên hà là một sự kiện vô cùng quan trọng trong quá trình nghiên cứu một thành phần chủ yếu của môi trường giữa các sao. Thành phần này là những đám *"mây đen"* không nhìn thấy và cũng không thể phát hiện bằng vạch vô tuyến 21 centimét của nguyên tử

Hyđrô. Vì rằng những đám mây đen có nhiều khí và bụi, nhưng không có nhiều nguyên tử Hyđrô; nguyên tố này đã tổng hợp thành phân tử, nên không phát ra vạch 21 centimét. Những vạch phân tử đã được phát hiện trong dải Ngân hà từ năm 1940. Đó là những vạch trong vùng phổ khả kiến của hai phân tử đơn giản là CH và CN, gồm có hai nguyên tử. Phải đợi tới những năm 60 và 70, kỷ nguyên của viễn kính vô tuyến, các nhà vật lý thiên văn mới phát hiện thêm được những phân tử khác. Lý do là những vạch phân tử thường dễ phát ra trên các bước sóng vô tuyến hơn là trên bước sóng khả kiến. Sự va chạm với hạt phôtôn hồng ngoại phát ra bởi bụi hoặc với Hyđrô dễ làm phân tử quay. Mỗi khí trạng thái quay thay đổi vì va chạm thì phân tử bị "kích thích" lên những mức năng lượng cao. Rồi từ năng lượng cao, phân tử tự rơi xuống những mức năng lượng thấp và phát ra những vạch trên những bước sóng vô tuyến (sóng milimét). Nếu muốn phát ra các vạch trong vùng khả kiến, phân tử phải được kích thích lên những mức năng lượng rất cao. Sự kiện này hiếm có hơn vì cần phải có nhiều năng lượng để làm cho những êlectrôn trong phân tử thay đổi hẳn quỹ đạo. Tóm lại, phân tử dễ thay đổi trạng thái quay và dễ có khả năng phát ra những vạch vô tuyến trong vùng sóng milimét.

Cho đến nay (1994), ngót một trăm phân tử trong đó có nhiều chất hữu cơ, đã được phát hiện trong dải Ngân hà. Những phân tử này ở trạng thái khí trong các đám mây giữa các sao. Phân tử Hyđrô H_2 nhiều nhất trong Vũ Trụ. Mật độ của phân tử thông thường như CO (cácbon oxit) chỉ bằng một phần mười vạn (10^{-5}) mật độ của Hyđrô. Những loại phân tử khác hiếm hơn, có mật độ bằng một phần tỷ (10^{-9}) tới một phần triệu (10^{-6}) mật độ của Hyđrô. Phần lớn phân tử tìm thấy trong Vũ trụ là những phân tử quen thuộc đối với những nhà hoá học làm trong phòng thí nghiệm. Xianhiđric Axit (HCN) là khí rất độc đã được dùng làm hơi độc. Fomanđehit, H_2CO, là loại khí có mùi khó ngửi được hòa trong nước thành focmon để làm chất tẩy và chất khử trùng. Phân tử phức tạp nhất, $HC_{11}N$, có 13 nguyên tử là một chuỗi Cácbon dài với công thức hoá học khai triển có những liên kết ba, H-C≡C-C≡C-C≡C-C≡C-C≡C≡N, phân tử dễ nổ đã được phát hiện trong vỏ khí của môt ngôi sao khổng lồ đỏ và già, nơi có nhiều khí, bụi và nhiệt độ tương đối cao. Đó là những điều kiện rất thuận lợi cho sự tổng hợp của những nguyên tố phức tạp.

Năm 1975, các nhà thiên văn vô tuyến Mỹ đã phát hiện được rượu Etylic CH_3CH_2OH trên bước sóng 3 milimét trong *"đám mây phân tử khổng lồ"* ở trung tâm dải Ngân hà. Trong bài báo công bố phát hiện đăng trong một tạp chí khoa học, họ khởi đầu như sau: *"Ngay từ buổi bình minh của những nền văn minh, rượu Etylic là một sở thích của nhân loại. Hơi rượu trong đám mây khi phát hiện trong trung tâm dải Ngân hà, nếu đọng lại thành rượu nguyên chất phải chứa trong một trăm ngàn vạn vạn triệu tỷ (10^{28}) chai (mỗi chai 0,75lit). Kho tàng rượu này nhiều hơn tất cả lượng rượu cất bởi loài người từ xưa đến nay. Kho rượu thiên nhiên quý báu đó có thể cung cấp rượu trong 5 triệu tỷ (5.10^{15}) năm cho toàn nhân loại có hiện nay dù ai cũng uống mỗi ngày một chai. Tiếc thay cho những người thích rượu, trung tâm Ngân hà cách xa ta những 30 nghìn năm ánh sáng, nên rượu không trong tầm tay của nhân loại!"*.

Mới đây có tin là phân tử glycine (glixin) một axít amin đầu tiên, thành phần của chất đạm trong tế bào cũng được phát hiện trong đúng đám mây của kho rượu. Nếu kết quả khả quan này được khẳng định, phải chăng nó chỉ là một sự trùng khớp ngẫu nhiên hay một sự kiện được dùng để chứng minh là trung tâm dải Ngân hà có sinh vật có khả năng cất rượu! Dù sao glycine chỉ là một trong những thành phần rất cơ bản của chất đạm. Sự phát triển từ những chất hữu cơ đó tới trạng thái sinh vật là một quá trình rất lâu dài.

19. KẾ HOẠCH TÌM KIẾM PHÂN TỬ TRONG VŨ TRỤ

Kế hoạch tìm kiếm phân tử trong dải Ngân hà có thể tiến hành bằng hai cách. Một là tìm phân tử mà ta biết trước phổ của nó, tức là biết chính xác tần số của các vạch trong phổ của phân tử. Cách tìm này cũng giống như ta dùng máy thu thanh để chỉnh đúng vào một đài mà ta biết những tần số phát thanh. Tần số các vạch của những phân tử thông thường đã được đo trong phòng thí nghiệm dùng máy quang phổ. Tuy nhiên, tần số của một số phân tử không bền vững khó chế được trong điều kiện lý hoá của phòng thí nghiệm nên phải được tiên đoán bằng lý thuyết. Phương pháp tìm kiếm thứ hai là cứ quan sát một vùng phổ mà không chỉnh đúng vào một vạch nào. Cũng như một người nghe máy thu thanh mà không cần biết tần số của đài nào, nhưng

cứ tìm tới khi nghe thấy một tín hiệu. Sự tìm kiếm không có chủ định này tốn kém thời giờ quan sát nhưng lợi ở chỗ có thể phát hiện ra những chất hoá học bất ngờ. Trong đầu những năm 70, các nhà vô tuyến thiên văn tìm thấy một vạch trên tần số 89188,5 megahec (MHz) mà họ không biết phát ra từ phân tử nào; họ tạm đặt tên là X-ogen (như trong toán học, chữ X thường được dùng để tượng trưng cho một ẩn số). Sau vài năm nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, các nhà vật lý và hoá học đã chế được một phân tử có phổ giống như phổ của chất bí hiểm X-ogen. Họ khẳng định rằng phân tử X-ogen chính là iôn HCO^+, một phân tử đóng vai trò then chốt trong những phản ứng hóa học tạo ra các phân tử phức tạp. Sự đóng góp của những nhà vật lý và hóa học nghiên cứu lý thuyết cũng như trong phòng thí nghiệm rất đáng kể trong quá trình phát hiện những phân tử trong Vũ trụ. Sự phát hiện ra các phân tử mới trong Vũ trụ ngày càng hiếm. Vì cường độ của các vạch phân tử còn lại chưa phát hiện được rất yếu nên chúng bị chìm đắm bởi tiếng ồn của máy thu tín hiệu. Mặt khác, vô số vạch chen chúc nhau đã được phát hiện ở vùng phổ vô tuyến, nên có thể che lấp những vạch phân tử mới mà chúng ta muốn tìm.

Mỗi phân tử khi đứng yên thì phát ra một phổ đặc trưng trong đó có những vạch ở những tần số xác định. Theo hiệu ứng Đôple, khi phân tử chuyển động thì các vạch trong phổ chuyển dịch về phía đỏ (tần số giảm đi) khi đi xa vị trí người quan sát hoặc chuyển về phía xanh (tần số tăng lên) khi tiến tới vị trí quan sát. Độ chuyển của tần số chỉ tuỳ thuộc vào tốc độ xuyên tâm của phân tử, tức là tốc độ theo chiều hướng quan sát. Trong một đám mây khí, các phân tử chuyển động hỗn độn nên phát bức xạ có tần số không đúng hẳn tần số xác định như lúc phân tử đứng yên. Vì thế, vạch bức xạ quan sát thấy bị mở rộng xung quanh tần số xác định của vạch phân tử khi đứng yên. Nhiệt độ của đám mây càng cao bao nhiêu thì tốc độ chuyển động hỗn độn và độ rộng của vạch càng lớn bấy nhiêu. Phân tử là một nhiệt kế dùng để đo nhiệt độ của những đám mây giữa các sao.

Phân tử trong dải Ngân hà thường tập trung trong những đám mây đen khổng lồ, nặng bằng hàng triệu khối lượng Mặt trời (khối lượng Mặt trời là $2x10^{30}$ kg thường được dùng làm đơn vị khối lượng). Vào những năm 70, một vệ tinh đã phát hiện được một số nguồn phát hồng ngoại trong dải Ngân hà. Một trong những nguồn phát này rất mạnh dường như phát ra từ một ngôi sao. Những nhà thiên văn dùng viễn kính từ Trái đất để quan sát ngôi sao trên bước sóng khả kiến phát hiện được rằng thiên thể này là một tinh vân có dạng một quả trứng sinh đôi. Ở giữa điểm nút của tinh vân có một ngôi sao bị che bởi một vành bụi khuếch tán xạ của sao và tạo ra tinh vân. Chung quanh sao có một vành khí Amôniắc (đường cong màu đỏ) và vành khí phân tử HC_7N (đường cong màu xanh). Những đường cong biểu diễn cường độ bức xạ phát ra bởi những phân tử Amôniắc và HC_7N. Ngôi sao ở trung tâm tinh vân là một ngôi sao có tuổi đã phun mất rất nhiều vật chất. Vành khí phân tử được phun ra bởi ngôi sao trong giai đoạn cuối cùng tiến triển của nó.

Một số phân tử cũng đã được phát hiện trong những "sao Chổi". Loại thiên thể này là những khối nước đá khổng lồ trộn với bụi và phân tử và là vết tích của đám mây tạo ra hệ Mặt trời. Khi chuyển động tới gần hệ Mặt trời thì nước đá cùng phân tử và bụi bị bốc và phun ra ngoài, tạo thành cái đuôi dài hàng trăm nghìn kilômét. Một số phân tử thông thường đã được phát hiện ngoài dải Ngân hà, trong những hệ Thiên hà khác. Nhân và những cánh tay xoắn ốc của Thiên hà cũng là nơi chứa nhiều phân tử. Chẳng hạn như Thiên hà Metxiê 51 cách xa chúng ta khoảng 32 triệu năm ánh sáng và thu được trong một vô tuyến viễn kính đường kính 30m. Mắt ta chỉ nhìn thấy bức xạ trong vùng khả kiến (từ 0,4 đến 0,8 micromet). Nhìn qua viễn kính trong vùng phổ khả kiến ta thấy Thiên hà Metxiê 51 với những cánh tay xoắn ốc. Giả sử mắt ta cũng nhìn thấy bức xạ trên bước sóng vô tuyến 3 milimet thì ta thấy được hình ảnh bức xạ phát ra bởi vạch phân tử cacbon oxit.

Phân tử có nhiều tác động đến những hiện tượng lý hoá trong Vũ trụ. Phân tử là một yếu tố điều hoà nhiệt độ trong những đám mây giữa các sao. Chúng chi phối sự chuyển động của những làn khí phun từ các ngôi sao hay từ trung tâm các Thiên hà. Những phân tử nhẹ nhất như phân tử LiH đã được tạo ra rất sớm sau vụ nổ lớn. Quan sát những phân tử nhẹ trong những Thiên hà rất xa có độ dịch chuyển về phía đỏ lớn có thể mang lại những bằng chứng cụ thể để thử nghiệm thuyết Vũ trụ Bigbang. Mới đây, các nhà vật lý thiên văn nêu lên rằng, khí phân tử Hydrô có thể là một thành phần của chất đen trong vành khí chung quanh những dải Thiên hà. Những hiện tượng vật lý bất thường như hiệu ứng made cũng đã được phát hiện trong Vũ trụ.

20. NHỮNG TIA LAZER VÔ TUYẾN THIÊN NHIÊN KỲ DIỆU

Một trong những đặc tính kỳ diệu nhất của những đám mây khí phân tử là khả năng phát ra những sóng vô tuyến cực kỳ mạnh, như những tia laze (LASER, chữ tắt của Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation: sự khuếch đại ánh sáng do bức xạ cảm ứng) dùng trong quang học. Tia Laser vô tuyến này gọi là bức xạ maze (MASER, chữ tắt của Microware Amplification by Stimulated Emission of Radiation: sự khuếch đại sóng vi ba, tức là sóng vô tuyến, do bức xạ cảm ứng). Máy made được chế tạo trong các phòng thí nghiệm và trong công nghiệp để khuếch đại các tín hiệu vô tuyến. Trong Vũ trụ, sóng vô tuyến của một thiên thể khi chuyển qua một đám khí phân tử có khả năng khuếch đại bằng hiệu ứng made. Những đám khí có khả năng khuếch đại lớn nhất là khí hơi nước (H_2O), khí Hyđrôxin (OH) và khí Silic mônôxit (SiO). Mỗi loại phân tử chỉ khuếch đại bức xạ trên một tần số nhất định. Khí OH khuếch đại trên tần số 1665 megahec, khí H_20 trên tần số 22235 megahec, và khí SiO trên tần số 86243 megahec. Ta có thể giải thích sơ lược hiệu ứng made như sau:

Như ta đã biết, năng lượng của những phân tử thay đổi một cách gián đoạn, theo từng mức. Các vạch phân tử được tạo ra bởi sự chuyển động của electron và các hạt nhân trong phân tử. Nội năng của những phân tử trong đám mây khí phụ thuộc vào sự chuyển động này. Trong mỗi phân tử, sự chuyển động của êlectrôn chung quanh hạt nhân của mỗi nguyên tử phối hợp với sự dao động và sự tự quay của các hạt nhân để tạo thành một hệ thức năng lượng đặc biệt của phân tử đó. Hệ mức năng lượng của phân tử phức tạp hơn hệ của nguyên tử. Trong một đám khí, chẳng hạn hơi nước H_20, những phân tử nước có năng lượng bằng nhau thì cùng ở trên một mức năng lượng. Thông thường, sự phân bố "*dân số*" phân tử trên mỗi mức năng lượng tuân theo một định luật trong cơ học thống kê, gọi là định luật Boltzmann (Bônxơman). Trong trạng thái này – trạng thái "*cân bằng nhiệt động*" – mức năng lượng càng cao bao nhiêu thì "*dân số*" phân tử càng thưa thớt bấy nhiêu.

Cũng như những du khách tới tham quan Vạn Lý Trường Thành, muốn ngắm phong cảnh hùng vĩ phải leo lên những bậc thang cao. Ở những bậc dưới bao giờ cũng chen chúc, nhưng càng lên cao thì càng thấy thoải mái ít người hơn; những bậc thang dưới chứa rất nhiều người vì họ không muốn dùng nhiều năng lượng, còn các bậc trên thưa thớt dành cho một số người có năng lượng cao. Nhưng nếu ở chân Vạn Lý Trường Thành có một hệ thống thang máy thì sự phân bố dân số trên những mức thang dứt khoát bị đảo ngược. Lúc đó, ai cũng muốn lên cao nên sẽ có nhiều người ở bậc cao hơn là bậc thấp.

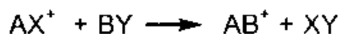
Đứng về phương diện vật lý, trong đám khí phân tử, vì "*dân số*" phân tử ở những mức năng lượng cao ít ỏi, nên xác suất phân tử tự chuyển xuống mức dưới để phát ra bức xạ không nhiều lắm. Vì vậy, cường độ của vạch phân tử phát ra bởi đám khí không mạnh. Nguyên tắc tạo ra hiệu ứng made hay lazer là "*bơm dân số*" ở những mức năng lượng thấp lên những mức năng lượng cao, như một thang máy chở người lên những tầng cao, để "*nghịch đảo*" dân số và phá vỡ thế cân bằng nhiệt động. Lúc đó có nhiều "*dân số*" phân tử ở những mức năng lượng cao và đám mây ở trong trạng thái "*bất cân bằng nhiệt động*". Một khi đám khí ở trong trạng thái này thì nó hoạt động như một máy made. Khi đám mây made phân tử được một bức xạ vô tuyến rọi vào thì những phân tử đổ xô xuống những mức năng lượng dưới và phát ra rất nhiều bức xạ trên một tần số nhất định. Đó là nguyên tắc của sự khuếch đại bằng hiệu ứng made. Một khi bức xạ truyền qua đám khí made thì cường độ của bức xạ có thể tăng lên hàng tỷ lần! Tuy nhiên, khả năng khuếch đại chỉ xảy ra trong một vùng nhỏ của phổ bức xạ và bức xạ phát ra trên một tần số đặc trưng của phân tử. Nếu là một đám mây hơi nước thì vạch bức xạ made phát ra trên tần số 22235 megahec. Đám mây made cũng có khả năng khuếch đại vạch bức xạ mà nó tự phát ra. Những điều kiện lý hoá sẵn có trong Vũ trụ đã phát huy hiệu ứng made thiên nhiên. Những phôtôn tử ngoại phát ra bởi các ngôi sao và bụi là những "*bơm*" rất hiệu nghiệm. Sự va chạm với Hyđrô trong đám khí cũng có thể kích thích phân tử nhảy vọt lên những mức năng lượng cao và gây nên nghịch đảo "*dân số*".

Những ngôi sao đang hình thành, những vỏ sao già khổng lồ đỏ và trung tâm một số Thiên hà là những môi trường tương đối nóng, có nhiều bụi và khí. Đó là những yếu tố cần thiết cho sự tổng hợp các phân tử làm nghịch đảo "*dân số*", tạo thành những nguồn xạ made rất mạnh. Những nguồn xạ made trong Vũ trụ có kích thước ít nhất bằng đường

kính của quỹ đạo Trái đất trong hệ Mặt trời, khoảng 150 triệu kilômét. Vì made Vũ trụ rất đồ sộ so với những máy made và lazer dùng trong phòng thí nghiệm, nên dễ phát hiện được. Cường độ của bức xạ made Vũ trụ rất lớn nhưng thay đổi rất nhiều. Bởi vì bức xạ made dễ nhạy cảm trước những biến đổi của điều kiện vật lý, như nhiệt độ và mật độ trong đám khí. Sự biến đổi cường độ là một đặc tính để xác định bức xạ made.

21. PHÒNG THÍ NGHIỆM HOÁ HỌC THIÊN VĂN

Hoá học thiên văn là một ngành khoa học vừa được phát triển để tìm hiểu sự tổng hợp của những phân tử trong Vũ trụ. Quá trình hình thành của phân tử trong các dải Thiên hà thường tiến triển trong pha khí, với những phản ứng hoá học bao gồm những phân tử iôn hoá (bị mất một hay nhiều êlectrôn) và phân tử trung hoà (toàn vẹn không mất êlectrôn). Những phản ứng có thể khởi đầu từ phân tử thông thường nhất, phân tử Hyđrô. Phân tử này bị iôn hoá bởi tia tử ngoại của sao hoặc tia Vũ trụ (gồm những hạt có năng lượng cao) và phản ứng với một nguyên tử Hyđrô để thành iôn H^+3. Sau đó $H3^+$ có thể kết hợp với phân tử CO để tạo ra iôn HCO^+, hay với nguyên tử Ôxi O để thành hơi nước H_2O và Hyđrôxin OH, hoặc với Nitơ N để tạo thành Amôniac NH_3. Những phân tử HCO^+, OH, nước và amôniac thường được phát hiện rất dễ dàng trong những đám mây đen. Sự tổng hợp các phân tử không ngừng ở những giai đoạn này. Những phản ứng hoá học tạo ra những phân tử phức tạp được tiến triển một cách rộng hơn, tương tự như tiến trình trên:



$$AX^+ + BY \longrightarrow AB^+ + XY$$

Thí dụ, một iôn đơn giản AX^+ kết hợp với một phân tử phức tạp BY để tạo ra iôn AB^+ càng ngày càng phức tạp.

Gốc hoá học như gốc Hyđrôxin OH là những chất hoá học dễ phản ứng với những phân tử khác. Gốc là những phân tử có một số lẻ electrôn, nên hạt electron lẻ dễ "*cặp đôi*" với một electron của phân tử khác để tạo thành một liên kết hoá học. Những chất không bền này khó chế được trong phòng thí nghiệm, nhưng dễ tồn tại trong môi trường giữa các sao, vì ở nhiệt độ và mật độ thấp nên làm giảm hoạt động của gốc hoá học. Những phân tử đồng vị, như HDO đồng vị của phân tử nước H_2O, trong đó nguyên tử đơteri D, hyđrô nặng, đã thay thế một nguyên tử hyđrô H, cũng đã được tìm thấy trong Vũ trụ. Phân tử hyđrô H_2 và rượu Etylic, CH_3CH_2OH, không được tạo ra trực tiếp trong pha khí, nhưng đọng trên những hạt bụi rồi bốc thành hơi. Chính bụi trong môi trường giữa các sao cũng là một loại phân tử hữu cơ trong đó có những nguyên tử Hyđrô bám vào những phân tử than chì graphit (graphite). Những phân tử này gọi là PAH (chữ tắt của Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) có nhiều vòng "*Hydrocarbon thơm*", như những lõi benzen trong băng phiến. Những phân tử phát hiện trong Vũ trụ đều gồm có những nguyên tử quen thuộc trong phòng thí nghiệm. Gần chúng ta hơn, trong tầng khí quyển của Trái đất có phân tử Ôzôn gồm 3 phân tử Ôxi, O_3. Nhờ có tầng khí Ôzôn nên các sinh vật trên Trái đất được bảo vệ khỏi bị tác động tai hại của tia tử ngoại Mặt trời. Trên thực tế, hoá học trong Vũ trụ không đơn giản, là một vấn đề đang được nghiên cứu.

22. SINH HỌC VÀ NGUỒN GỐC CỦA SINH VẬT. NỒI "XÚP" NGUYÊN THỦY

Việc nghiên cứu phân tử trong các dải Thiên hà không những có ảnh hưởng đến ngành vật lý và hoá học mà còn có quan hệ với ngành sinh học. Những phân tử trong môi trường giữa các sao phần lớn là những phân tử hữu cơ. Trong cơ thể chúng ta có tới 20 loại Aminô axit; đó là thành phần cơ bản của chất đạm (Prôtêin) trong tế bào. Aminô axit là những chuỗi phân tử dài, một đầu có tính chất Amin NH_2 và đầu kia có tính chất Axit COOH. Đầu Axit và Amin dễ phản ứng với nhau thành một liên kết rất bền để tạo ra những Aminô axit phức tạp. Aminô axit đơn giản nhất là glyxin có công thức NH_2COOOH. Những chất như metylamin CH_3NH_2 và Axit focmic (HCOOH) tìm thấy trong dải Ngân hà là những mẩu của Aminô axit. Nhiều phân tử hữu cơ phức tạp cũng đã được tìm thấy trong sao Chổi và trong những thiên thạch rơi xuống Trái đất. Hai loại thiên thể này đã được tạo ra cùng với hệ Mặt trời. Chứng tỏ Vũ trụ đã điều chế được nhiều chất hoá học cần thiết cho sinh vật.

Sự tìm hiểu nguồn gốc của sự sống trên Trái đất đã được đề cập tới từ đầu Thế kỷ XX bởi nhà Bác học Oparine người Nga. Khí quyển của Trái đất nguyên thuỷ, chủ yếu gồm có Hydrô, Metan,

Amôniac và nước, không thích hợp với sự phát triển của sinh vật. Nhờ có tia tử ngoại của Mặt trời chiếu thẳng vào hỗn hợp hoá học nguyên thuỷ, nên rất nhiều phân tử hữu cơ đã được tổng hợp. Phân tử rơi xuống biển và ngâm dưới nước trong hàng trăm triệu năm. Môi trường này, đầy chất khoáng và chất hữu cơ hoà với nước ấm, thường được gọi là nồi "*xúp nguyên thuỷ*", trong đó những phản ứng hoá học tiến triển rất nhanh, biến dần những chất khoáng và chất hữu cơ thành những phân tử vĩ mô và vi sinh vật. Thí nghiệm để tìm hiểu nguồn gốc của sinh vật được tiến hành vào những năm 50 bởi nhà sinh vật học Miller (Milô) người Mỹ. Hơi nước nóng được phun vào trong một bóng thuỷ tinh chứa khí Hyđrô, Mêtan, Amôniac - thành phần của khí quyển nguyên thuỷ của Trái đất. Một hệ thống phóng điện 60 nghìn vôn liên tục phát những tia điện trong hỗn hợp khí để tái tạo sét của những cơn giông tố. Sản phẩm hơi của cuộc thí nghiệm nguội đi và đọng trong một ống nghiệm. Sau một tuần lễ thí nghiệm, sản phẩm là một chất lỏng màu nước cam. Miller phân tích kỹ lưỡng chất lỏng, và nhận xét thấy là ông đã chế được Aminô axit. Kết quả nghiên cứu này khẳng định tiên đoán của Oparine là những phân tử hữu cơ cơ bản, cần thiết cho sự sống của sinh vật, có khả năng được chế tạo trong điều kiện khí quyển của Trái đất cách đây hơn 4 tỷ năm.

Thí nghiệm của Miller mở đường cho một ngành khoa học mới, ngành hoá- sinh học, đặc biệt nghiên cứu nguồn gốc và sự tiến hoá của sinh vật. Để tái tạo những bức xạ có khả năng iôn hoá phát ra bởi loại quặng phóng xạ, các nhà nghiên cứu dùng máy gia tốc phóng những êlectron vào hỗn hợp hoá học và chế được Aminô axit, đường, urê và nhiều chất hữu cơ khác. Những phân tử cơ bản như nước, Metan, Amôniac, Axit xyanidric, Andehit focmic phát hiện trong dải Ngân hà có thể phản ứng với nhau để tạo thành Glyxin và những phân tử hữu cơ vòng như đường Glucô (glucose $C_6O_6H_{12}$) cùng các axit nucleic trong tế bào. Những thí nghiệm hoá sinh đã chứng minh được là, những phân tử hữu cơ mầm mống của sự sống trên Trái đất có thể phát triển từ những phân tử có trong môi trường giữa các sao. Những đám mây khí trong môi trường này được tạo ra từ vật chất phun ra bởi những ngôi sao già. Một thế hệ sao trẻ và hành tinh lại được tạo ra từ những đám vật chất đó. Qua quá trình tiến triển của sự sống, ta có thể cho rằng vật chất trong cơ thể của các sinh vật đã được tạo ra từ vật chất của các ngôi sao. Theo luật "*chọn lọc tự nhiên*", các phân tử tồn tại được là những loại có khả năng kết hợp dễ dàng để trở thành phân tử phức tạp và sinh sôi nảy nở trong điều kiện khí quyển cuả Trái đất nguyên thuỷ. Ta tự hỏi, trên những hành tinh khác trong và ngoài hệ Mặt trời trong dải Ngân hà, quá trình tiến triển hoá sinh có thể dẫn đến sự sống như trên Trái đất hay không?

23. CÓ SỰ SỐNG NGOÀI TRÁI ĐẤT HAY KHÔNG?

Nhân loại trên Trái đất vẫn băn khoăn tự hỏi, chẳng lẽ chỉ có một mình chúng ta trong Vũ trụ hay sao? Nếu có những "*người*" ở ngoài Trái đất thì tìm họ ở đâu, trình độ kỹ thuật và văn minh của họ như thế nào? Những câu hỏi này thường được coi là trong phạm vi của triết học và siêu hình học. Sự tìm kiếm những nền văn minh khác trong Vũ trụ không được coi là một vấn đề ưu tiên, vì từ lâu các nhà thiên văn vẫn cho rằng kỹ thuật của nền văn minh trên Trái đất chưa phát triển đủ để thiết lập liên lạc với chúng. Mãi đến năm 1971, các nhà khoa học Liên Xô và Mỹ mới tổ chức tại đài thiên văn Biurakhan ở Acmênia một hội thảo chuyên đề "*liên lạc với những nền văn minh ngoài Trái đất*" dùng những viễn kính có tầm nhìn xa. Kỳ họp của *Hội đồng Thiên văn Quốc tế* năm 1979 tại Montreal (Canada), đã đề cập vấn đề "*chiến lược tìm kiếm sự sống trong Vũ trụ*".

Vũ trụ có hàng trăm tỷ Thiên hà, mỗi Thiên hà có hàng chục tỷ sao, mỗi hệ sao có hàng chục hành tinh. Nếu hệ sao nào cũng như hệ Mặt trời thì phải có hằng hà sa số hành tinh như Trái đất, trên đó có đủ loại sinh vật, từ vi sinh vật đến loài người có trí thông minh. Trên thực tế, chưa có một bằng chứng cụ thể nào chứng minh là có sinh vật hay một nền văn minh trên những hành tinh khác. Vì khoảng cách giữa các sao rất lớn nên sự liên lạc bằng tàu Vũ trụ khó thực hiện được. Với kỹ thuật hiện đại, tàu phóng ra với tốc độ cao, 8kilômet/giây, phải mất 150 nghìn năm mới tới ngôi sao gần nhất, Alpha Xentauri, ở cách xa ta 4 năm ánh sáng! Bức xạ vô tuyến truyền từ ngôi sao với tốc độ ánh sáng (300 nghìn kilômet/giây) cũng phải mất 4 năm mới tới Trái đất. Vì vậy, sự chinh phục các hành tinh trong dải Ngân hà và sự tiếp xúc trực tiếp với những văn

minh khác dùng phương tiện giao thông bằng tàu Vũ trụ như "đĩa bay" là một vấn đề viển vông đối với phương tiện của những nền văn minh tương tự như trên Trái đất của chúng ta hiện nay.

Chỉ dùng kỹ thuật viễn thông mới có triển vọng bắt được liên lạc với chúng vì tín hiệu vô tuyến truyền qua không trung với tốc độ ánh sáng và không bị hấp thụ bởi các lớp bụi trong môi trường giữa các sao. Tín hiệu mạnh như những tín hiệu radar của những hệ thống viễn thông trên Trái đất, nếu phát ra từ những hệ sao cách xa ta 15 năm ánh sáng, có thể phát hiện được bằng các vô tuyến viễn kính. Cho tới nay, các nhà vô tuyến thiên văn chưa thu được tín hiệu nào phát ra từ nền văn minh trong Vũ trụ, tuy họ đã nhiều lần mừng hụt. Lúc đầu họ đã tưởng nhầm là bức xạ phát ra đều đặn theo chu kỳ của pulsar và quada là những tín hiệu của những nền văn minh khác. Việc phát hiện những sinh vật hay những nền văn minh ngoài Trái đất là một vấn đề nan giải. Các nhà Vật lý thiên văn đành dựa trên thống kê để ước lượng khả năng có sự sống ngoài Trái đất. Để sự tìm kiếm có hiệu quả, họ chú ý đến những nền văn minh có phát triển kỹ thuật cao ít nhất bằng kỹ thuật hiện đại của nhân loại trên Trái đất. Chỉ có những nền văn minh đó mới có khả năng *"liên lạc"* với chúng ta. Sự ước tính đã dựa trên *"phương trình Drake"* (Đrêcơ). Phương trình rất đơn giản này là một tích số gồm có 7 hệ số do ông Drake đặt ra vào năm 1960 để tính số lượng của nền văn minh trong dải Ngân hà:

N = T x Sht x Ssv xSss x Svm x Sll x Stt

N là số những nền văn minh trong dải Ngân hà.

T là tỷ số sinh sản của sao trong Ngân hà. Tỷ số này tuỳ thuộc quá trình biến hoá của sao theo khối lượng. Những sao nặng bằng năm mươi lần Mặt trời tiêu thụ nhanh năng lượng nên chỉ sống được từ vài chục triệu đến vài trăm triệu năm. Mặt trời sống được 10 tỷ năm. Tuổi Mặt trời hiện nay là 5 tỷ năm. Trong các Thiên hà có cánh tay xoắn ốc như dải Ngân hà, tỷ số sao trẻ cao nhất trong những cánh tay xoắn ốc, nơi có nhiều khí và bụi.

Sht là số sao loại Mặt trời có khả năng có hành tinh. Có những sao không có hành tinh quay chung quanh.

Ssv là số hành tinh trong những hệ sao trên, có môi trường thích hợp với sự sống của sinh vật. Hành tinh phải có một vị trí tối ưu trong hệ sao, cho nhiệt độ được ôn hoà để sự sống được nảy nở. Khối lượng của hành tinh cũng phải đủ lớn để trường hấp dẫn đủ mạnh để giữ được khí quyển không bay đi.

Sss là phần của những hành tinh có khả năng có sinh vật trong đó sự sống được phát triển thực sự. Thành phần hoá học của khí quyển cũng là một yếu tố quan trọng cho sự sống.

Svm là phần của những hành tinh có sự sống thực sự, trong đó có một nền văn minh đang phát triển. Quá trình tiến triển của sự sống là một hiện tượng lâu dài. Những phản ứng hoá học tạo ra sinh vật trên Trái đất đã tiến hành trong hơn 4 tỷ năm.

Sll là phần của những xã hội văn minh có khả năng liên lạc với những nền văn minh khác. Sự phát triển nền văn minh như trên Trái đất hiện nay là một quá trình lâu dài. Sự sống bắt đầu cách đây 3 tỷ năm dưới hình thức những vi sinh vật. Loài người mới xuất hiện cách đây khoảng một triệu năm. Nhân loại mới bắt đầu để cập đến những vấn đề khoa học cách đây khoảng 2 nghìn năm. Nền văn minh kỹ thuật mới phát triển mạnh mẽ từ đầu Thế kỷ XX. Các nhà khoa học phải đợi tới những năm 60, thời điểm kỹ thuật của nhân loại vừa đạt được trình độ đủ cao, mới nghĩ tới vấn đề thiết lập liên lạc với những nền văn minh khác trong Vũ trụ.

Stt là tuổi thọ của những xã hội văn minh đó. Khi một nền văn minh được phát triển đến một điểm cao, nó có thể tự huỷ bằng những vũ khí hoặc những tai nạn có sức tàn phá khủng khiếp gây ra bởi chính nền văn minh đó. Những tai biến thiên nhiên như những vụ sao nổ, hoặc sự va chạm với những thiên thạch, tuy là những sự kiện hiếm có, cũng có thể tiêu diệt một nền văn minh.

Những hệ số trên không được ấn định và N là một số nào giữa một (tức là chỉ có nhân loại trên Trái đất) và mười tỷ! Nghĩa là N là một ẩn số! Tuy nhiên, nếu N lớn quá thì trên những hành tinh trong những hệ sao gần hệ Mặt trời có khả năng có "người" ở. Trong trường hợp này, Trái đất chúng ta đã bị "dân" ở những hệ sao lân cận có trình độ kỹ thuật cao xâm chiếm từ lâu. Nói chung, số nền văn minh trong dải Ngân hà không được biết rõ. Có giả thuyết cho rằng sự sống nảy nở cùng một lúc cách đây 4 tỷ năm, trong tất cả dải Ngân hà và các thiên hà khác, đặc biệt trên những hành tinh có điều kiện lý hoá thích hợp nhất cho sinh vật. Tuy nhiên, quá trình tiến hoá của mỗi nền văn minh khác biệt nhau.

24. DU HÀNH TRONG DẢI NGÂN HÀ

Những tàu tự động thăm dò hành tinh sao Hoả và sao Kim gần Trái đất không tìm thấy dấu vết của sự sống, mặc dầu những thiên thể này được coi là có khả năng có "người". Điều kiện hoá lý trên hai hành tinh này không thích hợp với sự nảy nở sinh vật. Phóng tàu để thám hiểm Vũ trụ tốn rất nhiều năng lượng. Các nhà khoa học ước tính rằng kho dự trữ vũ khí hạt nhân hiện nay trên Trái đất lớn bằng một trăm nghìn triệu tấn (10^5 megaton) đơn vị chất nổ TNT cũng chỉ đủ để phóng một tàu Vũ trụ chở một nghìn "nhà du hành" tới các ngôi sao gần Trái đất nhất. Vấn đề nan giải là tốc độ của tàu phải đủ cao để cuộc hành trình có thể tiến triển một thời gian ngắn tương đối với tuổi thọ trung bình của loài người.

Hiện nay, các nhà khoa học vẫn đang nghiên cứu khả năng dùng phản ứng tổng hợp hạt nhân để tạo ra năng lượng. Nguồn năng lượng của những phản ứng tổng hợp hạt nhân rất lớn so với những phản ứng phân hạch thường dùng trong những nhà máy điện nguyên tử. (Những phản ứng phân hạch làm vỡ hạt nhân của những nguyên tử nặng như urani và đồng thời phát ra năng lượng. Ngược lại, nguyên tắc của phản ứng tổng hợp hạt nhân là làm liên kết các hạt nhân nguyên tử nhẹ: bốn hạt nhân Hyđrô liên kết với nhau thành một hạt nhân Hêli). Những phản ứng tổng hợp hạt nhân khó thực hiện được nhưng phát ra nhiều năng lượng hơn những phản ứng phân hạch. Cứ một kilôgam nhiên liệu Hyđrô phát ra được hai trăm triệu kilôoat giờ, tương ứng sản lượng hiện nay của nhà máy thuỷ điện Hoà Bình trong nửa tháng. Muốn thực hiện được những phản ứng tổng hợp hạt nhân trong phòng thí nghiệm cần phải tạo ra nhiệt độ hàng triệu và một từ trường rất lớn để "bẫy" những hạt nhân trong một thời gian tối thiểu để chúng có thể liên kết với nhau. Có vài thí nghiệm đã thực hiện được những điều kiện vật lý trên, nhưng chỉ trong một khoảnh khắc nên chưa có khả năng thực tiễn. Các nhà khoa học chưa điều khiển được những phản ứng tổng hợp hạt nhân như Mặt trời để tạo được năng lượng một cách điều hoà. Mặt trời là một lò phản ứng tổng hợp hạt nhân đốt nhiên liệu Hyđrô thành Hêli để tồn tại trong 10 tỷ năm mà không nổ. Bom khinh khí dùng những phản ứng tổng hợp nhưng không điều khiển được. Nếu các nhà khoa học chế ngự được năng lượng tổng hợp hạt nhân thì có thể phóng những tàu vũ trụ với tốc độ bằng 1/10 tốc độ ánh sáng. Lúc đó, muốn tới thăm dò hệ sao gần nhất, sao Alpha Xentauri, cách Trái đất 4 năm ánh sáng, cũng phải mất 40 năm đi và 40 năm về. Trừ khi những nhà thám hiểm tìm thấy trong hệ sao có một hành tinh có thể ở được và định cư ở đó! Ta có thể phóng máy dò tự động truyền (với tốc độ ánh sáng) số liệu bằng kỹ thuật vô tuyến xuống Trái đất, nhưng cũng phải đợi thêm 4 năm nữa mới thu được tín hiệu. Với trình độ khoa học hiện nay, việc chinh phục các thiên thể bằng tàu Vũ trụ còn nằm trong phạm vi viễn tưởng, vì đòi hỏi quá nhiều năng lượng và kinh phí. Tàu Vũ trụ phải chứa khoảng 40 nghìn tấn nhiên liệu hạt nhân mới đủ để phóng 3 nghìn tấn trọng tải len tới sao Alpha Xentauri.

Có những nhà khoa học đưa ra đề án dựa trên độ tiến bộ của ngành khoa học kỹ thuật từ mấy thập niên gần đây để suy ra khả năng kỹ thuật phóng tên lửa và tàu Vũ trụ trong tương lai. Họ tiên đoán rằng phải đợi tới cuối Thế kỷ XXI thì năng lượng tổng hợp hạt nhân mới được khai thác trên phạm vi rộng và sự thám hiểm bằng tàu Vũ trụ mới có thể thực hiện được. Động cơ phản lực dùng Đơteri (nặng gấp đôi Hyđrô) và Hêli 3 (nặng gấp ba Hyđrô) để tổng hợp với nhau thành một hạt nhân Hêli 4 (nặng gấp bốn Hyđrô) và một Prôtôn. Phải dùng phương pháp ngăn ngừa tia độc hại phát ra bởi phản ứng này tuy nó không mạnh, nhưng cũng có thể làm tổn thương đến sức khoẻ của người du hành. Hêli 3 là đồng vị của Hêli 4 và là một nguyên tố rất hiếm. Số lượng của Hêli 3 chỉ bằng một phần mười vạn số lượng của Hêli 4. Có nhà khoa học có ý kiến khai thác khí quyển hành tinh sao Mộc để lấy Hêli! Tuy nhiên, kỹ thuật đẩy bằng máy phản lực hạt nhân đã giới hạn tốc độ tới khoảng một phần mười tốc độ ánh sáng.

Muốn tăng cường tốc độ tàu Vũ trụ tới gần bằng tốc độ ánh sáng, các nhà khoa học giàu trí tưởng tượng đề nghị dùng sức đẩy tạo ra bởi phản ứng tự huỷ giữa vật chất và phản ứng vật chất, chẳng hạn prôtôn và phản prôtôn. Khi vật chất và phản vật chất gần nhau thì có khả năng tự huỷ để phát ra năng lượng. Vì trong Vũ trụ chỉ có vật chất nên ta phải chế ra phản vật chất. Và phải làm thế nào để chứa phản vật chất cho không bị huỷ. Có một khả năng khác là dùng nhiên liệu Hyđrô, nguyên tố nhiều nhất trong các sao. Như vậy sẽ giải quyết vấn đề phải tích luỹ nhiên liệu trong tàu, vì tàu liên tục hút nhiên liệu Hyđrô thiên nhiên trong Vũ trụ. Tuy

nhiên, những khả năng này còn nằm trong phạm vi khoa học viễn tưởng! Theo thuyết tương đối hẹp của Einstein, khi tàu bay nhanh gần bằng ánh sáng, thời gian trong tàu dường như trôi chậm lại so với thời gian trên Trái đất. Những người du hành khi trở về vẫn còn trẻ so với những người cùng thế hệ ở lại trên Trái đất. Họ không nhìn thấy những bộ mặt quen thuộc, mà chỉ gặp những người xa lạ của những thế hệ sau. Có một bất tiện khác và tác động của những hạt bụi trong môi trường giữa các sao, tuy ít nhưng cũng có thể bắn vào tàu Vũ trụ với tốc độ cao và làm mòn vỏ tàu.

25. NGHE LỎM TÍN HIỆU CỦA NHỮNG NỀN VĂN MINH KỸ THUẬT

Hiện nay, sự tìm kiếm những nền văn minh trong Vũ trụ dùng kỹ thuật thu tín hiệu vô tuyến, tuy còn gặp rất nhiều khó khăn, nhưng có triển vọng hơn là phóng tàu Vũ trụ để thăm dò trực tiếp. Một phương pháp tìm kiếm những nền văn minh trong Vũ trụ là phát hiện những dấu hiệu do sự phát triển kỹ thuật của chính những nền văn minh đó tạo ra. Khí quyển của Trái đất chứa hoá học ô nhiễm , như Nitơ ôxit trong khói thải xe hơi, hoặc chất fluorôcarbon dùng trong kỹ nghệ tạo ra nhiệt độ thấp và trong những bình xon khí bơm để làm gôm giữ tóc. Có những nhà khoa học nghĩ rằng fluorôcarbon làm thủng tầng Ozone cần thiết để lọc những tia tử ngoại của Mặt trời. Những phân tử ô nhiễm này có thể phát hiện bằng máy quang phổ của những viễn kính.

Ta cũng có thể "nghe lỏm" những tín hiệu viễn thông radar, hoặc tín hiệu truyền thanh, truyền hình phát ra bởi một nền văn minh trên một hành tinh có phát triển kỹ thuật tương tự như trên Trái đất. Tín hiệu của những đài truyền hình có công suất một trăm tới một vạn kilôoát phát từ một địa điểm cách xa ta 2 năm ánh sáng, có thể thu được bằng những thiết bị hiện đại. Với kính vô tuyến lớn có đường kính 300 mét đặt tại Arexibo ở Puecto Ricô, ta có thể phát hiện được những tín hiệu radar 10 tỷ kilôoát phát từ một hành tinh trong một hệ sao cách xa ta 20 năm ánh sáng. Ở tầm xa này chỉ có khoảng 40 hệ sao, quá ít ỏi nên rất ít hy vọng có khả năng có sự sống. Nhưng nếu có phương tiện tài chính đủ để xây một dãy hàng nghìn kính vô tuyến 100 mét đường kính, thì ta có thể nghe lỏm tín hiệu radar phát từ trên một hành tinh cách xa Trái đất 250 năm ánh sáng. Tầm xa này bao gồm một thể tích trong Vũ trụ trong đó có nhiều nền văn minh kỹ thuật phát tín hiệu vô tuyến hơn. Từ tín hiệu thu được và đặc tính của loại sao, ta có thể suy ra vị trí và sự chuyển động của hành tinh trong hệ sao cùng kích thước của ăngten radar được dùng bởi nền văn minh đó. Tín hiệu vô tuyến như radar và truyền hình chỉ phát từng xung trên một miền phổ rất hẹp (độ rộng vài héc tới vài chục héc). Đó là những dấu hiệu đặc trưng dùng để nhận ra một tín hiệu "nhân tạo". Cho tới nay, chưa có một tín hiệu radar hoặc truyền hình nào từ ngoài Trái đất đã lọt vào những máy thu.

26. CHIẾN LƯỢC TÌM KIẾM DẤU VẾT CỦA NHỮNG NỀN VĂN MINH NGOÀI VŨ TRỤ

Từ khi ngành vô tuyến thiên văn được phát triển, các nhà khoa học đã tìm cách liên lạc với những nền văn minh ngoài Vũ trụ. Ta tự hỏi phải tìm chúng trên bước sóng nào? Ở những hướng nào trong Vũ trụ? Muốn đạt được kết quả, họ phải khảo sát một cách có hệ thống rất nhiều sao và nhiều vùng trong phổ vô tuyến. Sự tìm kiếm những nền văn minh trong Vũ trụ có thể ví như tìm đinh ghim trong một đống rơm! Tuy nhiên, tình huống này không làm nản chí một số nhà vô tuyến thiên văn. Năm 1974, họ đã dùng vô tuyến viễn kính 300 mét đường kính của đại thiên văn Arexibo để phát ra một thông điệp về hướng quần sao Vũ Tiên (Hercules) hình cầu (mang số M13 trong danh sách mục tinh vân của Metxiê), cách xa Trái đất 25 nghìn năm ánh sáng. Trong thông điệp ghi bằng mã những đặc điểm của hệ Mặt trời, cấu trúc của ADN (Axit Dezoxyribonucleic), một phân tử gen di truyền, và một hình người. Quần sao Vũ Tiên là một tổ sao già có hơn một trăm nghìn sao, nên có khả năng chứa một nền văn minh trên một hành tinh nào đó có kỹ thuật cao để trả lời thông điệp. Tuy thông điệp truyền đi với tốc độ ánh sáng nhân loại cũng phải kiên nhẫn đợi ít nhất 50 nghìn năm nữa may ra mới có hồi âm !

Đề án tìm kiếm những nền văn minh ngoài Trái đất SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence) của một số cơ quan khoa học trong đó có Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Quốc gia Mỹ (National Aeronautics and Space Administration, NASA) đã được tiến hành từ ngót 30 năm nay. Trong những

năm 70, một số vô tuyến viễn kính lớn đã được nhằm theo hướng ngót 700 ngôi sao gần nhất trong giải Ngân hà và cả trong vài Thiên hà khác để thu những tín hiệu, đặc biệt trên bước sóng 21 và 10 centimet. Công trình này cố nhiên chưa có hiệu quả, vì theo thống kê phải quan sát ít nhất mười vạn hệ sao thì may ra mới tìm thấy một nền văn minh. Những hệ sao được chọn để quan sát là loại có tuổi bằng hệ Mặt trời (tuổi khoảng 5 tỷ năm) hay già hơn, để sự sống có khả năng phát triển tới mức cao ít nhất bằng trình độ kỹ thuật hiện đại của nhân loại trên Trái đất. Còn lý do chọn bước sóng 21 centimet vì đó là bước sóng của vạch nguyên tử hyđrô, nguyên tử thông thường nhất trong Vũ trụ. Bước sóng 18 centimet là bước sóng của nguồn xạ made rất mạnh của phân tử OH trong Vũ trụ. Nếu tâm lý những nhà khoa học (nếu có) ở ngoài Trái đất giống tâm lý những nhà vật lý thiên văn trên Trái đất thì có thể thúc đẩy họ phát ra những nguồn bức xạ trên hai bước sóng này, vì là hai bước sóng cơ bản trong lĩnh vực vật lý thiên văn. Tuy nhiên, lý luận dựa trên tâm lý có thể không đúng. Sự tìm kiếm những nền văn minh là một vấn đề rất phức tạp và cần có phương tiện xử lý rất nhiều số liệu để tính ra và nhận dạng những tín hiệu phát ra từ nền văn minh ngoài Trái đất.

Muốn có triển vọng thu được tín hiệu này, phải dùng một phương pháp có hệ thống, dò từng miền thật nhỏ trong phổ vô tuyến và quan sát một số khá nhiều sao. Máy thu phải có nhiều kênh để thu được một miền phổ rất rộng (hàng nghìn mêgahec). Mỗi kênh phải có độ rộng bằng độ rộng của tín hiệu "nhân tạo", chỉ khoảng vài héc. Cũng như một máy thu thanh cần phải có nhiều kênh và có khả năng chỉnh sóng chính xác. Một đề án mới nhất của NASA gọi là HRMS (High Resolution Microwave Survey – Sự quan sát tổng quát trên bước sóng vô tuyến với độ phân giải cao trong phổ) được tiến hành trong hai giai đoạn. Giai đoạn đầu, các nhà khoa học sử dụng những vô tuyến viễn kính cỡ lớn (42 tới 300 mét đường kính) trên Thế giới và một máy thu có 2 tỷ kênh. Mỗi kênh có độ rộng 1 hec nên máy có khả năng hoạt động liên tục từ 1000 tới 3000 magahec. Chương trình quan sát chỉ giới hạn tới 1000 hệ sao loại Mặt trời. Trong giai đoạn hai, sự tìm kiếm được mở rộng ra khắp bầu trời, và dùng một angten nhỏ hơn (34 met đường kính) dành riêng cho công trình nghiên cứu này. Máy thu có 500 triệu kênh, mỗi kênh rộng 18 hec, hoạt động từ tần số 1000 tới 10000 megahec. Các nhà nghiên cứu đã chọn ngày 12 tháng 10, năm 1992 để khai mạc chương trình quan sát HRMS của NASA. Ngày đó có ý nghĩa đặc biệt, vì đúng là ngày nhà thám hiểm Colomb phát hiện ra Châu Mỹ đúng 500 năm trước. Trong trường hợp một đài thiên văn thu được tín hiệu của một nền văn minh thì phải loan báo cho những đài thiên văn khác để xác nhận. Sau khi tín hiệu vô tuyến được xác định là phát ra bởi một nền văn minh ngoài Trái đất thì sẽ được công báo tức khắc cho cả Thế giới biết. Chương trình quan sát được dự định tiến hành tới năm 2001. Kinh phí hàng năm để thực thi công trình là 10 triệu đôla. Có những nhà khoa học cho rằng công trình này lãng phí, nhất là trong tình huống kinh tế hiện tại. Những nhà khoa học khác nghĩ rằng sự phát hiện một nền văn minh ngoài Trái đất là một sự kiện quan trọng không những về mặt sinh vật học, nhân chủng học và xã hội học mà còn cả về phương diện triết lý để thỏa mãn sự tò mò của nhân loại. Hơn nữa, họ cho rằng, dù không phát hiện được một nền văn minh nào trong Vũ trụ, kỹ thuật phát triển trong công nghệ nghiên cứu này có thể được dùng để xử lý hình trong ngành y và để thăm dò tài nguyên trên Trái đất. Tuy nhiên, một số nhà khoa học cho rằng vấn đề tìm kiếm những tín hiệu "nhân tạo" trong Vũ trụ quá nan giải và đầy khả năng thất bại. Họ đề nghị trước hết nên tìm kiếm những phân tử hữu cơ, dấu vết của sự sống trong khí quyển của các sao Chổi và của những hành tinh trong hệ Mặt trời. Đồng thời xúc tiến phong trào phát hiện những hành tinh ngoài hệ Mặt trời.

Sau hơn một năm hoạt động, Thượng nghị viện Mỹ quyết định cơ quan NASA phải chấm dứt tài trợ cho chương trình quan sát HRMS. Hiện nay, những nhà khoa học đã tìm được một ít tài trợ tư nhân để tiếp tục công trình nghiên cứu.

27. SỰ VA CHẠM GIỮA NHỮNG THIÊN THỂ

Những thiên thể chuyển động trong Vũ trụ như những con tàu lềnh bềnh trên mặt biển mênh mông.

Xác suất va chạm giữa những thiên thể rất thấp. Tuy nhiên, Vũ trụ không đồng đều, có nơi mật độ thiên thể cao. Thiên hà tập trung lại thành những quần Thiên hà, nơi xác suất va chạm tương đối cao làm cho những Thiên hà có khả năng tương tác với nhau. Cũng như một hệ sao đôi, một Thiên hà lớn có thể hút vật chất của một thiên hà nhỏ quay chung quanh, hoặc hai Thiên hà đâm thẳng vào nhau và nhập thành một.

Trong hệ Mặt trời có hành tinh và nhiều thiên thể nhỏ nên có khả năng va chạm. Trong quá trình tạo thành hệ Mặt trời, những hạt bụi ngưng tụ thành nhiều tiểu hành tinh, có đường kính vài trăm mét tới vài trăm kilômet quay chung quanh Mặt trời. Có những vụn nhỏ, khi lọt vào khí quyển Trái đất với tốc độ khoảng 2 trăm nghìn kilômet một giờ, bị bốc cháy để lại những vệt sáng trên bầu trời ban đêm và thường được gọi là "sao băng". Trong hệ Mặt trời có một "*vành đai thiên thạch*", nơi tập trung những cục đá nhiều cỡ quay quanh Mặt trời, giữa quỹ đạo của hành tinh sao Hỏa (Mars) và hành tinh sao Mộc (Jupiter), cách xa Trái đất khoảng 270 triệu kilômet. Thỉnh thoảng chúng va chạm nhau như những quả bóng bida rồi tách khỏi vành đai tới gần quỹ đạo Trái đất. Mỗi năm có hàng nghìn thiên thạch to bằng những quả trứng vịt rơi xuống Trái đất. Những lõi sao Chổi có đường kính lớn hàng chục kilômet tập trung ở một vùng xa Trái đất hàng trăm tỷ kilômet, ngoài hẳn quỹ đạo của hành tinh Diêm Vương (Pluton)-hành tinh trong hệ Mặt trời xa Trái đất nhất. Nơi lõi sao Chổi quy tụ gọi là đám mây Oort (Octơ), tên một nhà thiên văn học người Hà Lan, người đầu tiên phát hiện ra đám mây đó. Khi có một đám mây khí và bụi trong Vũ trụ bay gần đám mây Oort thì trường hấp dẫn có nó làm nhiễu và đẩy một hay nhiều lõi sao Chổi về phía Trái đất và Mặt trời. Lúc đó, lõi sao Chổi có thể quay quanh Mặt trời theo một quỹ đạo hình elip và đến thăm viếng đều đặn Trái đất.

Tháng 11 năm 1992, sao Chổi Swift – Tuttle (Suyphơ - Tơtơn) có chu kỳ 134 năm đã tới gần Trái đất ở khoảng cách 175 triệu kilômet, tức là bằng 460 lần khoảng cách giữa Mặt trời và Trái đất. Dựa trên quỹ đạo, họ phỏng đoán rằng đến cuộc viếng thăm Trái đất lần sau vào năm 2126, sao Chổi Swift – Tuttle có thể thay đổi quỹ đạo và sẽ chỉ cách Trái đất khoảng 22 triệu kilômet. Khả năng va chạm giữa sao Chổi và Trái đất là rất hiếm. Tuy nhiên, nếu một thiên thạch to như một lõi sao Chổi có đường kính 10 kilômet rơi xuống Trái đất có thể gây ra tai hại như hàng chục tỷ quả bom nguyên tử ném xuống Hirôsima, với sức nổ ngót nửa tỷ triệu tấn ($5x10^8$ megaton) TNT! Có giả thuyết cho rằng nguyên nhân của sự tiêu diệt giống khủng long là một lõi sao Chổi rơi xuống Trái đất cách đây 65 triệu năm.

28. MỘT SỰ KIỆN HIẾM CÓ: NHỮNG MẢNH SAO CHỔI BẮN PHÁ HÀNH TINH MỘC

Đêm 18 tháng 3, năm 1993, hai nhà thiên văn học Shoemaker (Somechcơ) và Levy quan sát bầu trời với một viễn kính nhỏ (đường kính 46 centimet) tại đài thiên văn Palomar (Palôma, vùng Califoocnia). Sau khi rửa những hình đã chụp, họ tình cờ phát hiện thấy một thiên thể cực kỳ lạ thường, hình dẹt như bị vỡ nát. Họ báo với một đồng nghiệp đang sử dụng một viễn kính lớn hơn (90 centimet) tại đài thiên văn ở Aridôna để bổ sung quan sát. Nhà thiên văn này không khỏi bàng hoàng khi thấy hình thiên thể giống như một chuỗi ngọc trai hiện trên nền trời tối đen. Khi quan sát kỹ bằng một viễn kính lớn-2,2 mét đường kính-thì các nhà thiên văn học phát hiện nó là sao Chổi bị vỡ ra thành 21 mảnh. Họ càng ngạc nhiên khi thấy chuỗi sao Chổi Shoemaker – Levy quay quanh hành tinh Mộc và ước tính rằng những mảnh sao Chổi sẽ đâm thẳng vào hành tinh Mộc từ ngày 16 tới ngày 22 tháng 7, năm 1994.

Khả năng va chạm giữa một thiên thể lớn như sao Chổi và một hành tinh rất hiếm. Cho nên sự kiện sao Chổi Shoemaker – Levy rơi xuống hành tinh sao Mộc đã gây chú ý cho nhiều nhà thiên văn trên thế giới nghiên cứu chuyên về những hành tinh trong hệ Mặt trời. Dựa trên những đặc trưng của quỹ đạo sao Chổi, họ đoán rằng sao Chổi đã quay quanh hành tinh Mộc từ ít nhất hàng chục năm nay. Trước đó, sao Chổi quay chung quanh Mặt trời, sau bị hút vào trường hấp dẫn của hành tinh Mộc. Tháng 7 năm 1992, sao Chổi bay là trên tầng khí quyển của hành tinh Mộc và chỉ cách hành tinh

khoảng 50 nghìn kilômet. Khi tiến đến gần hành tinh Mộc, do sức hút không đồng đều của lực hấp dẫn của hành tinh, phía sao Chổi gần hành tinh bị hút mạnh hơn là phía xa hành tinh, nên sao Chổi bị biến dạng và vỡ ra từng mảnh. Hiện tượng động lực này giống với thuỷ triều do sức hút của Mặt trăng và Mặt trời làm mặt biển trên Trái đất dâng lên và rút xuống. Những mảnh sao Chổi có kích thước khoảng vài kilômet quay quanh hành tinh Mộc theo một quỹ đạo hình elip, dần dần lánh xa hành tinh. Một năm sau (Tháng 7 năm 1993), sao Chổi cách xa hành tinh nhất (50 triệu kilômet) và sau đó tiến về phía hành tinh. Các nhà thiên văn đo được chính xác quỹ đạo và tiên đoán bắt đầu từ ngày 16 tới ngày 22 Tháng 7 năm 1994, những mảnh sao Chổi lần lượt rơi xuống hành tinh. Điểm chạm đích ở phía sau hành tinh Mộc nên không nhìn thấy trực tiếp từ Trái đất bằng viễn kính. Tuy nhiên, vì địa điểm rơi ở ngay gần mép hành tinh và vì hành tinh tự quay tương đối nhanh (chu kỳ tự quay 9 giờ 50 phút so với chu kỳ 23 giờ 56 phút của Trái đất), nên chỉ vài chục phút sau các nhà thiên văn có thể quan sát thấy điểm chạm đích trên hành tinh và hiệu quả của sự va chạm.

Nhờ sự tiên đoán rất chính xác vị trí và thời điểm chạm đích nên đây là sự kiện thiên văn đầu tiên mà các nhà khoa học có thể quan sát hiệu quả của sự va chạm chỉ vài chục phút sau lúc chạm đích. Các viễn kính lớn trên toàn Thế giới và các viễn kính phóng lên không trung, hoạt động trên các bước sóng khả kiến, hồng ngoại và vô tuyến đã được huy động để quan sát hiện tượng vô cùng hiếm hoi này. Ngày 16 Tháng 7 năm 1994 hồi 19 giờ 59 phút GMT (giờ quốc tế tính theo kinh tuyến Greenwich nước Anh), mảnh sao Chổi đầu tiên được chạm đích trên hành tinh Mộc. Mảnh thứ hai rơi xuống hành tinh 7 giờ sau. Tất cả nối đuôi nhau như toa một con tàu lần lượt tàn phá mặt hành tinh Mộc trong một tuần lễ. Có mảnh đã bị bốc thành khí và bụi trước khi rơi xuống hành tinh. Những mảnh sao Chổi như tảng nước đá khổng lồ trộn với bụi, những tảng lớn có đường kính 3 hay 4 kilômet, đâm vào hành tinh với tốc độ khoảng 200 nghìn kilômet/giờ. Những mảnh lớn có năng lượng tàn phá bằng hàng trăm nghìn quả bom khinh khí làm bốc ra những đám mây nấm nguyên tử và những tia lửa như pháo bông cao hàng trăm kilômet. Ảnh chụp bởi viễn kính Vũ trụ Hơpbơn phóng ra ngoài khí quyển Trái đất để quan sát các thiên thể trong điều kiện tối ưu cho ta thấy sức tàn phá của 8 mảnh trong số 21 mảnh sao Chổi. Những vết thương in trên sao Mộc có kích thước nhỏ nhất là vài trăm kilômet và lớn nhất là hàng nghìn kilômet. Cường độ của nguồn bức xạ vô tuyến của hành tinh Mộc tăng đột ngột sau khi những mảnh sao Chổi rơi xuống hành tinh vì khí quyển của hành tinh bị hun nóng. Những vạch phân tử từ Carbon oxit (CO) và Carbon sun-fat (CS) đã được tạo ra bởi những hiệu ứng hóa học trong môi trường hành tinh Mộc sau khi bị mảnh sao Chổi bắn phá, các vết thương còn ghi dấu tích trên mặt hành tinh.

Trong suốt thời gian quan sát, những bản tin truyền bằng mạng thông tin điện tử từ đài thiên văn này tới đài thiên văn khác tới tấp thông báo kết quả cho nhau. Hành tinh Mộc lớn bằng 11 lần Trái đất nhưng thành phần vật chất của hành tinh chủ yếu là khí Hyđrô và Hêli và một ít khí phân tử như Metan, Amôniac, nước và Axêtilen. Nhờ những mảnh sao Chổi, vật chất của hành tinh bắn ra ngoài, nên các nhà khoa học có thể quan sát được thành phần của vật chất ở trong lòng hành tinh. Đồng thời vật chất trong những mảnh sao Chổi cũng bốc ra. Có giả thuyết cho rằng, chính những sao Chổi đã rắc những vật chất mầm mống của sự sống trên Trái đất. Sự phân tích khí của sao Chổi bằng máy quang phổ có thể giải thích phần nào vấn đề này. Các nhà thiên văn học hiện đang xử lý số liệu đã thu thập được để tìm hiểu tác động của sự va chạm và quá trình lý hóa trong hành tinh sao Mộc.

Sự va chạm với những mảnh sao Chổi đã làm rung động hành tinh sao Mộc như sau một vụ "động đất" khổng lồ. May mà sự kiện này không xảy ra trên Trái đất!

29. NHỮNG BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA THIÊN THẠCH RƠI XUỐNG TRÁI ĐẤT

Năm 1991, theo đề nghị của Quốc hội Mỹ, cơ quan NASA mở một chương trình ước lượng nguy cơ do sự va chạm giữa các thiên thạch với Trái đất và đề ra biện pháp phòng ngừa. Có hàng trăm thiên

thạch, đường kính ít nhất 100 mét có khả năng va chạm với Trái đất. Những thiên thể này được gọi là "vật gần Trái đất" (NEO, Near Earth Objects). Mới đây những vụ quan sát qua viễn kính cho biết có một thiên thạch lớn khoảng 10 mét tiến về hướng Trái đất. Khoảng cách của nó chỉ là 10 vạn kilômet, tức là gần hơn cả Mặt trăng. Hiện nay trên mặt Trái đất có khoảng hơn một trăm hố tạo ra bởi thiên thạch. Cách đây 5 vạn năm, một thiên thạch rơi xuống vùng Aridôna và đào một hố rộng khoảng một kilômet. Khi vào tới khí quyển Trái đất, các thiên thạch có kích thước dưới khoảng 100 mét thường vỡ ra từng mảnh và nổ như những quả bom nguyên tử. Tháng 6 năm 1908, một thiên thạch nổ trên bầu trời vùng Tunguska ở Sibêri như một quả bom 10 triệu tấn TNT, san phẳng một khu rừng rộng 2 nghìn kilômet vuông. Cứ vài nghìn năm lại có khả năng có một sự kiện như vậy. Sự va chạm với những thiên thạch cỡ lớn hơn càng hiếm. Chẳng hạn, cứ 500 nghìn năm mới có một thiên thạch có đường kính 1 kilômet có khả năng rơi xuống Trái đất. Những thiên thạch cỡ này có thể phát hiện được dễ dàng trong những viễn kính.

Muốn tránh tai nạn, tuy rất hiếm, gây ra bởi những thiên thạch, ta phải phát hiện ra sớm để có thời giờ dùng những biện pháp phòng ngừa. Ta phải có kỹ thuật làm chệch hướng chuyển động của chúng. Có thể bắn một tên lửa đúng vào mục tiêu, hoặc gắn vào thiên thạch một hệ thống đẩy, hay dùng bom khinh khí để đổi quỹ đạo của thiên thạch. Một tên lửa nặng 200 kilôgam cũng đủ để làm chệch hướng một thiên thạch 100 mét đường kính. Những thiên thạch lớn hơn có đường kính 1 kilômet phải được phát hiện rất sớm để dùng một phương pháp đào thiên thạch trong nhiều năm. Vật chất phụ ra ngoài như một động cơ phản lực và đẩy thiên thạch ra một quỹ đạo khác. Cũng có thể làm nổ bom khinh khí bên cạnh thiên thạch. Những nơtrôn phát ra bởi quả bom khinh khí chiếu phóng xạ và làm lở thiên thạch. Nhiệt độ và áp lực trong thiên thạch bỗng tăng lên. Một phần vì áp lực, một phần bị lở nên thiên thạch thay đổi tốc độ và quỹ đạo. Muốn có hiệu quả, biện pháp để đẩy một thiên thạch có đường kính 1 kilômet phải dùng bom có sức nổ mạnh ít nhất 100 nghìn tấn TNT, bằng hàng chục quả bom thả trên thành phố Hirosima. Tuy nhiên phương pháp phòng ngừa kể trên nằm trong khả năng kỹ thuật hiện đại, nhưng sự thực hiện những thiết bị đòi hỏi quá nhiều kinh phí, không xứng đáng với những tai nạn rất hiếm do thiên thạch gây ra.

30. KỸ THUẬT VÔ TUYẾN PHỤC VỤ NGÀNH KHÍ TƯỢNG

Tình trạng của khí hậu bị chi phối bởi điều kiện lý hóa của khí quyển Trái đất. Nhiệt độ, áp lực và độ ẩm của tầng khí quyển và tốc độ gió là những yếu tố quan trọng của công việc dự báo thời tiết. Những số liệu phải được thu thập một cách đại quy mô trên toàn thể khí quyển chung quanh Trái đất và được xử lý bằng những mô hình lý thuyết dùng máy tính điện tử lớn. Muốn dự báo thời tiết một cách chính xác, các nhà khảo sát khí tượng phải đặt những trạm thăm dò khí quyển, không được cách xa nhau quá 150 đến 300 kilômet. Cứ 6 tới 12 tiếng đồng hồ, lại ghi các tốc độ gió từ mặt đất tới tới độ cao khoảng 30 kilômet. Hiện nay, số trạm thăm dò đặt trên mặt đất hãy còn quá ít để đạt được yêu cầu. Tuy nhiên, một số vệ tinh được phóng để quan sát toàn bộ khí quyển và bổ sung việc thu số liệu. Những vệ tinh địa tĩnh (đứng yên trên không trung so với Trái đất) ở độ cao khoảng 36 nghìn kilômet quan sát liên tục các khu vực xác định trên Trái đất. Cũng có những vệ tinh quay quanh Trái đất nhưng chỉ ở độ cao 800 – 900 kilômet, thường xuyên cứ 6 tiếng lại bay qua một vùng để quan sát. Trong những vùng không bị mây che, hệ thống vệ tinh dùng những sóng hồng ngoại để đo nhiệt độ và độ ẩm trong khí quyển. Tia hồng ngoại bị hấp thụ bởi những đám mây và nước mưa. Trái lại, sóng vô tuyến có khả năng đi qua mây dễ dàng hơn. Cho nên trong những vùng khí quyển có nhiều mây hoặc bị nhiễu bởi những cơn bão, các nhà làm khí tượng phải dùng kỹ thuật thăm dò bằng sóng vô tuyến.

Trong khí quyển Trái đất có nhiều phân tử. Sự quan sát vạch phổ vô tuyến của phân tử Ôxi (tần số 118 nghìn megahec) và phân tử hơi nước trong khí quyển là một phương tiện hiện đại dùng trong ngành khí tượng để xác định điều kiện lý hóa. Kỹ thuật dò khí quyển bằng những vạch phân tử xuất phát từ sự phát triển của ngành thiên văn vô tuyến.

Kỹ thuật làm những máy thu tín hiệu vô tuyến ngày càng ít tiếng ồn để quan sát những vạch phân tử trong môi trường giữa các sao đã được áp dụng trong ngành khí tượng. Những vệ tinh khí tượng hiện nay có nhiều kênh hoạt động trên lĩnh vực sóng vô tuyến. Sự phối hợp những quan sát trong vùng sóng hồng ngoại và sóng vô tuyến có thể đáp ứng được nhu cầu dự báo thời tiết ngắn hạn (dưới 2 ngày) và dài hạn (tới 2 tuần). Có những trường hợp quá trình tiến triển của khí quyển quá nhanh nên mô hình dự báo không đủ hoàn hảo để tiên đoán chính xác sức mạnh của những cơn bão.

Trong tầng khí quyển dày 80 kilômet, có hàng chục phân tử phản ứng với nhau. Đặc biệt là vạch phân tử Ozone phát ra trên tần số 110 nghìn megahec. Các nhà khoa học phát hiện được rằng tầng khí Ozone ở trên đỉnh núi Nam cực bị huỷ bởi những chất hóa học có Clo, như Ôxit clo (ClO). Sự quan sát các phân tử trong khí quyển cùng những mô hình lý thuyết gồm hàng trăm phản ứng hóa học đã được thực hiện để nghiên cứu quá trình tiến triển của tầng Ozone. Như ta đã biết, tầng Ozone rất cần để che chở sinh vật trên Trái đất chống lại những tia tử ngoại phát ra từ Mặt trời.

31. NHỮNG HẬU QUẢ CỦA NỀN VĂN MINH KỸ THUẬT ĐỐI VỚI MÔI TRƯỜNG

Cuộc cách mạng kỹ thuật đang nâng cao tiện nghi vật chất của chúng ta và sự khai thác đại quy mô những tài nguyên trên Trái đất đang trở thành mối lo âu của các nhà sinh vật học bảo vệ môi trường. Điều kiện lý hóa trên toàn bộ Trái đất có khả năng thay đổi nếu nhân loại không điều khiển được những tác động gây ra bởi nhu cầu của nền văn minh hiện đại.

Khi Diôxit carbon phát ra bởi các xí nghiệp công nghiệp có thể làm tăng dần nhiệt độ của khí quyển như trong nhà kính. Hiệu ứng "nhà kính" là do tác động của khí Diôxit carbon đóng vai trò như một cái vung ngăn hơi nóng bốc ra ngoài khí quyển. Tầng khí Ozone cần thiết cho sự bảo tồn của sự sống trên Trái đất cũng bị thủng một phần. Mật độ của Ozone tăng từ mặt đất lên cao và tối đa ở độ cao 30 kilômet. Sự phân phối phân tử trong khí quyển Trái đất hiện nay là 78 phần trăm Nitơ, 21 phần trăm Ôxy, còn lại là những phân tử khác như Carbon dioxit. Phân tử Ozone tương đối hiếm so với những phân tử khác trong khí quyển. Trên một triệu phân tử, chỉ có khoảng 8 phân tử Ozone. Ozone là một phân tử có 3 nguyên tử Ôxi (O_3) ôxi (O_2). Sự thăng bằng giữa quá trình tạo ra Ozone và quá trình huỷ Ozone làm cho mật độ của tầng Ozone không thay đổi. Những loại khí như cacbon điôxit và Mêtan bốc ra từ các vùng công nghiệp bay lên cao biến thành những thành phần hóa học có khả năng phá huỷ Ozone. Sự sản xuất các chất có Clo và Flo gọi là Cloflo cacbua (CFC) dùng trong kỹ nghệ sử dụng nhiệt độ rất thấp, những bình phun v.v... ngày càng tăng. Những chất CFC khi bốc lên cao bị huỷ và phát ra Clo có khả năng phá hoại lớn đối với tầng Ozone. Tác động của chúng chậm vì thời gian CFC bốc từ mặt đất lên tới tầng Ozone phải ít nhất hàng chục năm. Sự làm thủng tầng Ozone hiện nay là hậu quả của CFC phát ra từ khoảng 20 năm trước. Trong vòng 30 năm, bắt đầu từ những năm 60, chiều dày của tầng Ozone đã giảm một nửa, nhất là ở bầu trời Nam cực. Vì ở Nam cực khí hậu lạnh hơn ở Bắc cực và khí quyển không chuyển động nhiều nên các tầng lớp trong khí quyển không được thay đổi luôn. Hơi nước trong khí quyển đóng thành băng và phản ứng với Clo để tạo ra những chất hóa học có khả năng phá huỷ Ozone mạnh hơn. Những chất phun ra từ núi lửa cũng làm giảm mật độ của tầng Ozone. Sự giảm độ dày của tầng Ozone có thể có tác động trong tương lai xa tới sự biến đổi về di truyền của sinh vật trên Trái đất vì không được che chở khỏi tia tử ngoại. Mật độ khí quyển Ozone có thể được kiểm tra thường xuyên bằng cách đo vạch phân tử Ozone trên những bước sóng vô tuyến.

Tầng Ozone trên cao rất hữu ích cho nhân loại vì nó chặn những tia tử ngoại độc hại của Mặt trời. Trái lại, nếu khí Ozone có trên mặt đất thì nó có tác hại cho sức khỏe vì Ozone là một loại khí có khả năng làm viêm mắt hay phế quản. Khói thải xe hơi biến thành khí Ozone nên là một nguồn ô nhiễm tại những đô thị lớn trong mùa nóng nực.

Sự phát triển kỹ thuật còn có ảnh hưởng tới ngành thiên văn. Bầu trời ban đêm với dải Ngân hà và những ngôi sao lấp lánh đã truyền cảm hứng cho biết bao thi sĩ viết những áng thơ hay. Vũ trụ là một

kho tàng quý báu nhờ đó mà chúng ta đang tìm hiểu về cội nguồn của nhân loại. Dải Ngân hà bị chìm đắm trong ánh sáng của những thành phố hoa lệ. Muốn ngắm Ngân hà, ta phải tới những vùng nông thôn hoặc leo lên những ngọn núi cao. Vì khí quyển bị ô nhiễm nên bầu trời bị lu mờ. Khí quyển không những bị ô nhiễm trong vùng phổ khả kiến mà cả trong lĩnh vực sóng vô tuyến. Những tín hiệu vô tuyến trong vùng sóng dài (sóng centimet) phát ra bởi những đài truyền hình, những radar của những hệ thống viễn thông và những vệ tinh nhân tạo là những nguồn nhiễu xạ làm cản trở sự quan sát các tín hiệu từ Vũ trụ tới. Những đài vô tuyến thiên văn thường được đặt ở nơi hẻo lánh,xa vùng công nghiệp hoặc ở trong thung lũng để đồi núi làm màn chắn nhiễu xạ. Một số nhà khoa học có đề án đặt một trạm quan sát Vũ trụ trên phía che khuất của Mặt trăng để khỏi bị ảnh hưởng của bức xạ ô nhiễm phát ra từ phía Trái đất.

Một Hội đồng Quốc tế về vô tuyến viễn thông đã được thành lập để phân phối từng vùng phổ vô tuyến cho công nghiệp, viễn thông, nghiên cứu không gian Vũ trụ, thăm dò tài nguyên và khí hậu trên Trái đất bằng vệ tinh và thiên văn vô tuyến. Những dải sóng vô tuyến dành cho ngành thiên văn đã được chọn để có thể quan sát những vạch nguyên tử và phân tử thông thường nhất, như nguyên tử Hyđrô (bước sóng 21 centimet), phân tử OH (18 centimet), hơi nước (1,2 centimet), Carbon ôxit (2,3 milimet) v.v... Tuy nhiên, điều kiện quan sát thiên văn trở nên gay go, vì càng ngày càng có nhiều vệ tinh dùng trong những hệ thống truyền hình và hướng dẫn hàng hải phát tín hiệu từ không trung xuống. Một lý do nữa là máy thu tín hiệu dùng trong ngành vô tuyến thiên văn càng ngày càng nhạy nên rất "thính" nhiễu. Một hội nghị trong Tháng 7, năm 1992 do Hội Thiên văn quốc tế và Tổ chức Giáo dục Khoa học và Văn hóa của Liên hiệp quốc (UNESCO) tổ chức tại Paris đã thông báo một bản tuyên ngôn kêu gọi làm giảm bớt tác động nghịch lý của môi trường tới thiên văn. *"Bầu trời, nguồn cảm hứng của toàn thể nhân loại, đang trở nên tăm tối thậm chí có thể không được thế hệ trẻ biết tới. Một yếu tố chủ yếu của nền văn minh và văn hóa của chúng ta có thể bị mất đi một cách nhanh chóng... Hội nghị này tin tưởng rằng đây là một vấn đề có ý nghĩa toàn cầu cần được nêu lên để sử dụng mọi phương tiện hòng bảo trợ cho ngành Thiên văn học. Cần bảo vệ những điều kiện quan sát không bị ô nhiễm của các đài thiên văn hiện đại nhất".*

G. S. TS. KH. NGUYỄN QUANG RIỆU

(PARIS)

B - TRÁI ĐẤT VÀ LỊCH SỬ RA ĐỜI CỦA NÓ

I – LỊCH SỬ HÌNH THÀNH TRÁI ĐẤT

Cho đến nay người ta vẫn chưa thể lấy một mẫu đá nhỏ ở dưới sâu quá mười lăm kilô mét trong lòng đất. Đặt chân được đến trung tâm Trái đất quả là khó hơn gấp trăm lần thăm Mặt trăng. Con người đã sinh ra và tồn tại trên Trái đất này từ bao đời nay, đã dày công khám phá và chinh phục thiên nhiên. Trong lịch sử phát kiến khoa học, con người đã lập nên biết bao nhiêu kỳ công vĩ đại. Ngày nay, chắc chẳng còn ai hy vọng có thể tìm thêm một địa lục mới như Christophe Colomb (Crixtốp Côlômbô, 1450-1506) hay như Fernand de Magellan (Magienlăng, 1480-1521) được nữa. Song đối với Trái đất còn đặt ra cho họ biết bao dấu hỏi lớn khó giải đáp. Chính giờ đây, nhờ có những thành tựu kỳ diệu trong khoa học, con người mới có điều kiện tấn công vào lòng Trái đất.

Trái đất của chúng ta còn nhiều bí ẩn. Những vấn đề được trình bày trong phần này không phải là tất cả, mà chỉ là một vài khía cạnh dưới cách nhìn của các nhà kiến tạo, có những bí ẩn đã được giải đáp, có những bí ẩn mới nảy sinh. Cũng có những bí ẩn tồn tại từ xưa, giả thuyết này không đứng vững, giả thuyết kia thay thế, nhưng bí ẩn vẫn hoàn toàn bí ẩn.

1. Trái đất của chúng ta so với quả đất do Thượng đế sinh ra "già gấp một triệu lần".

Theo ***Kinh Thánh*** của Thiên chúa giáo, quả đất do Thượng đế tạo ra cách đây khoảng 6.000 năm. ***Kinh thánh*** của nhà thờ nước Anh in năm 1956 khẳng định Trái đất lúc đó đã được 5969 năm, tức là tính đến hôm nay (1996) thì đã 6.009 tuổi.

Đầu Thế kỷ XVIII, nhà Bác học người Pháp Buffon (Buýpphông, 1707-1788) đã làm cho nhà thờ tức giận khi xác định tuổi Trái đất không ít hơn bảy vạn năm.

Giữa Thế kỷ XIX, nhà Bác học Anh Laen (Laien, 1701-1781) cho là Trái đất đã hình thành một triệu năm và lúc đó con số một triệu năm đã gây ra sự sửng sốt không những cho nhà thờ nước Anh mà cho cả các nhà khoa học trên Thế giới.

Cuối Thế kỷ XIX, nhà vật lý học nổi tiếng Kelvin (Kenvin, 1824-1907) đánh giá tuổi Trái đất là 400 triệu năm.

Hiện nay, theo ý kiến mới nhất, tuổi các hành tinh của hệ Mặt trời là từ năm đến bảy tỷ năm. Riêng Trái đất của chúng ta đã bắt đầu hình thành từ cách đây 6,6 tỷ năm, tức là già hơn tuổi do nhà thờ đưa ra 1,1 triệu lần.

2. Các giả thuyết về nguồn gốc Trái đất và các hành tinh khác trong hệ Mặt trời

Trái đất hình thành như thế nào ?

Giả thuyết có cở sở khoa học về nguồn gốc Vũ trụ đầu tiên do Kant (Căng tơ, 1724-1804) và Laplace (Laplatx, 1749-1827) nêu ra vào Thế kỷ XVIII. Hai nhà bác học này cho rằng, Mặt trời và tất cả các hành tinh quay quanh nó đã hình thành do sự ngưng tụ của một đám tinh vân nóng chảy nguyên thuỷ. Đám tinh vân này tự quay từ trước khi sinh ra Mặt trời và có hình dẹt hơi phồng lên ở phần giữa. Dưới ảnh hưởng của sự nguội dần và của lực hấp dẫn vào trung tâm, đám tinh vân co dần và vận động tự quay của nó sinh ra một vòng vật chất tách ra ở phần xích đạo, vòng đó bị vỡ ra và bị vo tròn lại biến thành một hình cầu.

Như vậy là tất cả các hành tinh cuối cùng đã ra đời và quay xung quanh phần trung tâm. Phần trung tâm của đám tinh vân về sau biến thành Mặt trời tiếp tục cháy sáng rực, phát sáng và hun nóng những hành tinh quanh nó. Các vệ tinh của các hành tinh sinh ra cũng theo cách đó, nghĩa là cũng từ những vòng tách khỏi hành tinh vì tốc độ quay nhanh sinh ra.

Giả thuyết Kant, Laplace trong một thời gian dài được người ta coi đó là giải thích đúng đắn quá trình hình thành Trái đất. Nhưng về sau người ta phát hiện được nhiều điểm sai trong giả thuyết này và do đó, nó được bổ sung hay đã được thay đổi. Còn nhà khoa học Chamberlain (Sambeclanh, 1836-1914)

cho rằng Trái đất hình thành theo cách giải thích của Kant, Laplace, lúc đầu còn nhỏ bé, dần dần lớn lên do tiếp nhận được thêm những thiên thạch tức là những khối ngưng tụ giống nhau của vật chất thuộc tinh vân, những mảnh thiên thạch này rơi từ không gian Vũ trụ vào Trái đất.

Nhà thiên văn học Gilson (1884-1978) cho rằng hệ Mặt trời đã được hình thành do kết quả một ngôi sao khác đi qua rất gần Mặt trời. Sự hấp dẫn của ngôi sao đó gây ra một sự rối loạn lớn trong tư thế cân bằng của lớp bên trong của Mặt trời và khiến cho Mặt trời phun ra một dòng vật chất rất lớn. Sau đó, dòng vật chất bị chia nhỏ và ngưng đọng để sinh ra tất cả các hành tinh của hệ Mặt trời.

Cách đây 45 năm, Tiến sỹ Otto Smith (Ôttô Xmít, 1900-1960) đưa ra giả thuyết mới về quá trình tạo thành Trái đất và các hành tinh khác quay xung quanh Mặt trời. Nhà Bác học cho rằng, Mặt trời khi chuyển động trong giải Ngân hà qua những đám mây bụi và khí là những vật liệu tạo nên vật chất giữa các vì sao; Mặt trời đã thu hút một phần những thứ đó và khi ra khỏi thì bị bao quanh bởi một đám mây bụi và khí. Theo đúng quy luật hấp dẫn Vũ trụ của Newton (1642-1727), đám mây nào quay xung quanh Mặt trời, các vật thể nằm trong thành phần đám mây. Phần gần Mặt trời nhất của đám mây bị nung nóng mạnh nhất, vì vậy các hành tinh gần Mặt trời nhất có kích thước nhỏ và gồm vật liệu đặc và ít dấu vết của chất khí, còn các hành tinh ở xa hơn thì có kích thước lớn và gồm các chất khí và chất bốc hơi.

Cách đây đúng 35 năm, Tiến sỹ người Nga Phêsencôv lại đưa ra một thuyết mới. Nó khác giả thuyết Kant, Laplace ở chỗ là các hành tinh trong hệ Mặt trời và cả Mặt trời nữa được tạo thành không phải từ đám tinh vân nóng chảy mà từ những đám tinh vân có nhiệt độ thấp. Giống như Kant và Laplace, ông cũng cho rằng Mặt trời và các hành tinh của Mặt trời là cùng một tuổi.

Tiến sĩ Phêsencôv viết: *"Có thể đi tới kết luận: Sự tạo thành các hành tinh là quá trình có quy luật nhất định, quy luật đó là phổ biến trong tự nhiên. Các hành tinh được tạo thành từ những chất có liên quan với Mặt trời nguyên thuỷ không có sự tham gia của bất cứ ngoại lực nào. Sự phát sinh các hành tinh liên quan tới quá trình tạo thành các vì sao và đó là một trong những khía cạnh của một quá trình chung tạo thành các vì sao"*.

Nói tóm lại, vấn đề nguồn gốc Trái đất hiện nay, nhờ những công trình của các nhà khoa học, đặc biệt là các nhà khoa học Nga đã làm sáng tỏ hơn trước kia. Nhưng thật ra thì trong các giả thuyết nói trên vẫn còn nhiều lỗ hổng. Điều này đòi hỏi sự cộng tác nghiên cứu của nhiều nhà khoa học Thế giới.

3. Về các giai đoạn hình thành Trái đất

Cách đây 50 năm, nhà Bác học người Đức tên là Hans Stile đã chia lịch sử vỏ Trái đất ra hai giai đoạn lớn là **Protogea** và **Neogea**. Giai đoạn **Protogea** chấm dứt bằng bước ngoặt **Angonki** ở quãng giữa *Proterozoi*, đưa đến sự hình thành các móng nền già; còn giai đoạn *Neogea* thì đoạt lấy tất cả các chu kỳ uốn nếp *Baicali, Caledoni, Hécxini, Indoxini* và *Anpi*. Nhà Bác học Nga nổi tiếng, hai lần được giải thưởng Quốc gia toàn Liên bang M.V. Muratov (Mikhain Muratôv, 1908-1983) có lý khi nói rằng do biết ứng dụng phép đo xạ, để tính tuổi của khoáng vật và đá mà trong 30 đến 35 năm nay, các nhà địa chất đã có thể bàn một cách vững tin về trình tự hình thành các lớp đá có tuổi khác nhau. Theo ông, đây thật sự là một cuộc cách mạng, nó chẳng những mở ra khả năng dựng lại trang sử Tiền **Cambro** khoảng 600 triệu năm về trước mà còn cho phép chúng ta tìm ra các giai đoạn chuẩn xác của sự hình thành vỏ Trái đất.

Mấy năm gần đây, người ta nhận thấy trước giai đoạn **Protogea** còn có một giai đoạn nữa là giai đoạn Mặt trăng. Cấu trúc vỏ Quả đất trong thời gian đó giống như cấu trúc vỏ Mặt trăng hiện nay.

Để thống nhất thuật ngữ Quốc tế, chúng ta gọi giai đoạn Mặt trăng là giai đoạn **Akeogea**. Gần đây các nhà kiến tạo phát hiện ra giai đoạn đầu tiên và được đặt tên là giai đoạn Embrôgea hay còn gọi là giai đoạn tạo nhân. Nhân Trái đất được hình thành sau một cuộc biến động được gọi là biến động thứ nhất cách đây khoảng 6,6 - 6,4 tỷ năm. Tiếp đó lớp áo (Manti), Trái đất được hình thành cách đây 6,4 - 4,8 tỷ năm.

Hiện nay, đã có đủ số liệu để chia ra giai đoạn đầu tiên tức là giai đoạn hình thành lớp nhân trong của vỏ Trái đất. Theo tính toán của nhà Bác học Mỹ F.S Johnson (Giôn xơn), nhân Trái đất được tạo thành trong khoảng thời gian: n.100 triệu năm. Liên hệ với các cuộc cách mạng khác của Trái đất đều kéo dài 200 triệu năm, chúng ta suy ra trị số **n=2**.

Điều đó có nghĩa là nhân sắt, niken và vàng của Trái đất có bán kính 3.500 kilômet đã được tạo thành trong 2.10^8 năm tức 200 triệu năm. Khi Trái đất nguyên thuỷ đạt được đường kính 3.500 kilômet, dưới tác dụng của nội lực và ngoại lực đã nảy ra những đứt gãy sâu cực lớn. Theo các đứt gãy sâu, chất nóng chảy trong lòng Trái đất đã phun ra tạo thành lớp manti của Trái đất.

Và như trên đã nói, sau đó là: Giai đoạn Akeogea bắt đầu khoảng 4,8 tỷ năm và kết thúc 3,2 tỷ năm trước đây. Trong giai đoạn này hình thành vỏ đại dương của Trái đất. Tiếp đến là *giai đoạn Protogea xảy ra cách đây 3,2 - 1,6 tỷ năm* và hình thành vỏ lục địa nguyên thủy. Giai đoạn **Neogeo** xảy ra cách đây 1.600 triệu năm và kết thúc khoảng 15 triệu năm trước. Giai đoạn này hình thành nên các đai uốn nếp cỡ hành tinh.

Ngoài các giai đoạn kể trên, chúng ta còn nhận thấy có giai đoạn *Antropogeo. Giai đoạn này mới bắt đầu chừng khoảng 15 triệu năm nay. Trong giai đoạn đó xuất hiện loài người trên Trái đất.*

Trong giai đoạn Antropogeo quá trình hình thành tạo sơn, núi, lửa, động đất phát triển mạnh mẽ. Một vành đai động đất và núi lửa đã xuất hiện chạy dọc phía ngoài thềm lục địa của Thái Bình Dương.

4. Về độ dài lâu của các giai đoạn hình thành vỏ Trái đất

Thật là kỳ lạ khi các giai đoạn đều kéo dài như nhau và đều bằng 1.600 triệu năm và theo quy luật thì cả giai đoạn Antropogeo cũng sẽ kéo dài 1.600 triệu năm nữa. Từ tỷ lệ 1.600: 1.600: 1.600: 1.600: (1.600) hoặc nếu rút gọn cho 1600 ta được 1:1:1:1: (1) có thể suy ra rằng trong khoảng 5.000 – 4.800 triệu năm trước, Trái đất đã từng trải qua một biến động kiến tạo lớn lao, một sự phát triển nhảy vọt, chấm dứt cái thời mà Trái đất tồn tại thiếu một lớp vỏ bọc. Giống như các hành tinh khác của hệ Mặt trời, Trái đất chúng ta hình thành buổi đầu từ đám bụi lạnh cứng giống như bụi đá trời, hoặc giống như vật chất thể hơi vậy. Đám vật chất này ngày một nén chặt và trở thành hành tinh nguyên thuỷ. Rồi vật chất của nguyên thuỷ không ngừng bị ép nén, ngưng kết, tăng dần nhiệt độ và bị nung đến mức nóng chảy "sạch sành sanh". Chỉ tới đấy trên mặt hành tinh của chúng ta mới hiện ra một vỏ nguyên thuỷ.

Từ những điều đã trình bày, chúng ta có thể rút ra một số điểm sau đây :

Nhân Trái đất hình thành cách đây khoảng 6,4 đến 6,6 tỷ năm. Sau đó, lịch sử hình thành vỏ Trái đất và Manti đã trải qua 4 giai đoạn: Embriogea (6,4 - 4,8 tỷ năm), Akeogea (4,8 - 3,2), Protogea (3,2 - 1,6), Neogea (1,6). Giai đoạn cuối cùng Antropogea được khởi đầu sau uốn nếp Anpi và hiện đang tiếp diễn, sẽ đưa đến hình thành phức hệ địa máng ở Thái Bình Dương, nơi mà vòng cung đảo được xem như các khối nâng địa máng, còn máng nước sâu đại dương được xem như các võng địa máng thực. Tất cả đang ở buổi đầu gây dựng và phát triển.

Mỗi giai đoạn dài dặc trên đây của sự hình thành Trái đất đều được mở đầu bằng một cuộc biến động – một bước nhảy vọt dài 200 triệu năm. Trái đất đã trải qua ít ra là năm cuộc biến động như vậy. Cách đây từ 6,6 đến 6,4 tỷ năm để hình thành nhân sắt và niken, vàng trong cùng của Trái đất; cách đây 5-4,8 tỷ năm mở đầu việc hình thành vỏ Trái đất nguyên thủy kiểu đại dương; cách đây 3,4 - 3,2 tỷ năm mở đầu việc hình thành móng cho địa máng nguyên thủy. Tiếp đó, lại cách đây 1,8 - 1,6 tỷ năm, mở đầu việc hình thành móng Careli cho miền nền cổ. Rồi trải qua 800 - 600 triệu năm hình thành móng Baicali cho các đai kiến tạo sinh khoáng cỡ hành tinh. Cuối cùng là cuộc kiến tạo thứ sáu chỉ mới bắt đầu khoảng 15 triệu năm nay, đang diễn ra trước mắt chúng ta và nếu đúng như vậy là một quy luật thì nó sẽ còn tiếp diễn khoảng 200 triệu năm nữa để mở ra một giai đoạn phát triển mới bình ổn hơn.

Các tiến trình kiến tạo – sinh khoáng đều đã chịu những biến đổi lớn về chất trong mối ràng buộc chặt chẽ với sự diễn biến địa hóa của lớp vỏ Trái đất cũng như với sự tạo mỏ khoáng riêng cho mình.

II – NHỮNG BIẾN ĐỔI CỦA BỀ MẶT TRÁI ĐẤT

Mặt ngoài Trái đất có những chỗ dâng cao tạo thành lục địa và các vùng trũng chứa nước tạo thành biển, tuỳ theo sự đông cứng không đồng đều của lớp vỏ hoặc chỗ phá vỡ thoát ra của macma, mà các tác nhân địa chất đều đã bước ngay vào hoạt động.

Hoạt động của các tác nhân địa chất liên tục thường xuyên không ngừng nghỉ. Có lúc tăng lên ở một số nơi của Trái đất, nhưng lại yếu đi ở những chỗ khác. Nhưng cũng phải chú ý rằng, không phải

tất cả các tác nhân đều hoạt động không ngừng hay mỗi tác nhân đều hoạt động theo một cường độ như nhau, thực ra hoạt động của chúng có thể tạm thời đình chỉ. Chẳng hạn, ở những miền có khí hậu ôn hòa hay lạnh, tác dụng phong phú theo con đường hoá học và hữu cơ sẽ ngừng trong mùa Đông trong khi đó tác dụng phong hóa cơ học lại tăng lên. Vào những ngày yên tĩnh, tác dụng của gió giảm hẳn, nhưng trong khi gió lặng ở một miền thì một trận cuồng phong có thể đang gào thét ở một miền khác. Một số núi lửa hoạt động thường xuyên nhưng yếu, một số khác có thể ngưng nghỉ tạm thời và sau đó lại bùng lên mạnh mẽ và có thể gây tai họa. Vỏ Trái đất rung động liên tục, nhưng các trận động đất mạnh lại không hay xảy ra. Các biến vị sinh ra chậm chạp và không ngừng, nhưng các biến động mạnh do những trận động đất lớn gây nên chỉ thỉnh thoảng mới xảy ra. Nước chảy hoạt động ngày đêm, nhưng trong thời kỳ nước lên vào mùa Xuân và sau những trận mưa lớn, hoạt động của nó tăng cường độ rất nhiều, trong khi đó nó lại giảm hẳn vào mùa Đông. Ở miền núi, hoạt động của nước rất mạnh, trên đồng bằng thì không thấy rõ lắm, còn ở sa mạc thì ít khi thấy nước chảy hoạt động, nhưng khi có thì lại mạnh gấp đôi. Tác dụng của sóng vỗ thường có liên quan với tính chất bất thường của gió.

Tác động đồng đều nhất thường do băng hà gây ra, nhưng chúng hoạt động với sức mạnh khác nhau ở những đoạn khác nhau trong lòng sông, trong khi đó nếu xét theo những thời kỳ dài , thì hoạt động của băng hà cũng bị biến thiên nhiều.

Sự thiếu tính đồng đều trong hoạt động của tác nhân địa chất, các biến thiên nhiều hay ít về cường độ hoạt động, đã khiến nhiều nhà địa chất nói đến những giai đoạn, pha và chu kỳ trong quá trình phát triển của địa chất trên Trái đất. Thời gian kéo dài nhiều với các chu kỳ và ngắn hơn đối với các pha và giai đoạn. Những thời kỳ này có thể biến đổi không riêng đối với những quá trình khác nhau, mà ngay đối với cùng một quá trình ở những phần khác nhau của Trái đất và vào những thời đại lịch sử khác nhau. Hoạt động mạnh mẽ của một số núi lửa có thể được gọi là một chu kỳ hay một thời kỳ trong đó phân biệt được những lần hay giai đoạn thức tỉnh – giai đoạn phun các vật liệu vụn, trào dung nham và ngừng tắt. Ở một núi lửa, chu kỳ này kéo dài vài ngày, ở núi lửa khác nó kéo dài nhiều năm hay hàng vài chục năm. Cùng một núi lửa cũng có thể theo những thời kỳ khác nhau mà biến đổi về thời gian kéo dài của chu kỳ và ngay cả của những pha riêng biệt nữa.

III – NIÊN ĐẠI ĐỊA CHẤT

Niên đại địa chất là sơ đồ về thứ tự các sự kiện trong lịch sử Trái đất, dựa trên sự nghiên cứu các chu kỳ biến vị, xâm thực, núi lửa, biển tiến, biển lùi và chủ yếu dựa vào các hóa thạch. Nhưng các trầm tích thuộc những thời đại cổ nhất trong lịch sử Trái đất không chứa hóa thạch vì các sinh vật đầu tiên xuất hiện trên Trái đất không có bộ xương hay vỏ cứng để có thể được bảo tồn trong lớp trầm tích. Dưới tác dụng của nhiệt, khí và hơi nước thoát từ những thể thâm nhập rất phong phú, hoặc vì nằm rất sâu dưới lớp trầm tích trẻ hơn và cũng do ảnh hưởng của nhiệt nên các trầm tích đó hoàn toàn bị biến đổi thành phần ban đầu, có bề ngoài mới hơn và bị biến thành loại đá gọi là *đá biến chất*.

Các thời đại cổ nhất kéo dài rất lâu, nhưng chỉ vào giai đoạn cuối, khi sự sống đã phát triển và phân hóa nhiều hơn, thì mới thấy hóa thạch xuất hiện trong các địa tầng trầm tích; những hóa thạch đó chủ yếu là các loại rong tảo có thể tạo thành lớp trầm tích dầy, những vết in hằn của sứa và bọt biển và những dạng coi như là giáp xác đầu tiên, những san hô nguyên thuỷ và những di tích của các vết giun bò. Đời sống hãy còn hầu như khu biệt trong nước, các lục địa hãy còn hoàn toàn là sa mạc.

Các thời đại cổ xưa nhất của lịch sử hình thành vỏ Trái đất bắt đầu với sự tạo thành đá trầm tích đầu tiên mang tên là *nguyên đại Thái cổ* (Akeozoi). Một nguyên đại kéo dài rất lâu, trong trường hợp này nó kéo dài vài nghìn triệu năm. Các thành hệ nguyên đá của *nguyên đại Thái cổ* hãy còn chưa chứa hóa thạch, nhưng sự có mặt của Carbon dưới dạng than chì và những lớp dày đá vôi có thể coi như có lẽ được tạo thành từ bùn vôi hữu cơ. Do đó, người ta cho rằng sự sống đã xuất hiện ngay *thời kỳ cuối của nguyên đại này*.

Trong nguyên đại tiếp theo, các đá trầm tích không bị phá hoại mạnh bằng *nguyên đại Thái cổ*, nhưng cũng khó phân biệt vì tác dụng huỷ hoại cũng lan dần từ loại trước sang loại sau. Thời kỳ này mang tên là *nguyên đại Nguyên sinh (Proterozoi)*. Các đá đã chứa những di tích không chối cãi được của động vật và thực vật.

Cả hai nguyên đại này thường được phối hợp thành một và gọi là *Criptozoi* hay *Tiền Cambri*. Ngoài ra, *nguyên đại Nguyên sinh* còn phân cách với *nguyên đại Thái cổ* bởi một khoảng trung gian dài trong đó các đá Thái cổ bị biến vị và có nhiều hiện tượng xâm nhập rộng lớn, tiếp theo đó các núi uốn nếp sinh ra do biến dị đều bị xói mòn trước khi các trầm tích Nguyên sinh bắt đầu trầm đọng.

Những khoảng cách kéo dài và đặc trưng đó có thể coi như là những dấu hiệu tốt nhất để phân biệt những nguyên đại với nhau. Những khoảng cách đó nói lên về những hiện tượng trong biến vị và xói mòn nhiều hơn là hiện tượng trầm tích, cho nên tất nhiên không chứa hóa thạch và vì vậy khó xác định thời gian kéo dài của chúng. Về niên đại người ta kết hợp chúng với niên đại trước mà chúng đánh dấu giai đoạn cuối cùng.

Nguyên đại Nguyên sinh cũng tận cùng bằng một khoảng trung gian sau đó bắt đầu *nguyên đại Cổ sinh*. *Nguyên đại Cổ sinh* đã bắt đầu chứa nhiều di tích của sự sống muôn hình muôn vẻ và phát triển nhanh chóng. Nhờ các hóa thạch phong phú người ta đã có thể chia *nguyên đại Cổ sinh* thành nhiều kỷ nguyên là những khoảng thời gian ngắn hơn. Cụ thể là các kỷ *Cambri, Ocdovic, Silua, Đêvôn, Carbon, Pecmi*. Nguyên đại này đặc trưng bởi sự có mặt đông đảo của các lớp động vật và thực vật bậc thấp. Trong nguyên đại này người ta thấy có hai chu kỳ kiến tạo: *Calêđôni* và *Varixi*, mỗi chu kỳ lại gồm nhiều giai đoạn, nhiều chu kỳ xâm thực và phún xuất núi lửa, hai hay ba đợt biển tiến lớn, một đợt biển lùi rộng rãi và một thời kỳ băng hà vào lúc cuối.

Trong *kỷ Cambri* đời sống hãy còn tập trung ở nước trong lúc đó lục địa chỉ là sa mạc. Khi đó đã có một số lượng lớn những giáp xác (trùng ba lá), những loại động vật hình chén cổ (là loại trung gian giữa bọt biển và san hô), các uyển túc đầu tiên, các loại chân bụng đầu tiên; còn về thực vật thì rong tảo là chủ yếu. Vào lúc đầu của thời kỳ giữa kỷ có một đợt biển tiến rộng rãi xảy ra ở Sibir, trong khi đó đến thời kỳ bắt đầu cuối kỷ đã thấy xảy ra lần đầu tiên những biến vị của chu kỳ *Calêđôni* và có sự tăng cường của tác dụng phún xuất núi lửa.

Kỷ Ocđovic và *Kỷ Silua* kết thúc thời kỳ ưu thế của đời sống dưới nước vì vào hồi cuối kỷ Silua đã thấy có những động vật lục địa đầu tiên (bọ cạp) và thực vật trên cạn đầu tiên (cây lộ trần) xuất hiện các loại giáp xác và uyển túc chiếm ưu thế trong các biển, nhưng các loại chân đầu, bút thạch, san hô và những giống cá đầu tiên đã đều xuất hiện. Các loại động vật hình chén cổ biến mất. Người ta quan sát thấy phát triển hai lần của chu kỳ kiến tạo Calêđôni vào giai đoạn giữa và cuối kỷ dẫn tới hiện tượng biển lùi và hiện tượng phún xuất tăng cường.

Kỷ Đêvôn đặc trưng bởi sự lan tràn rộng rãi của các thực vật lục địa. Các loại cá, chủ yếu là những dạng có giáp cứng đã hoàn thành quá trình phát triển mạnh mẽ; không những chúng chỉ sống trong biển, mà còn ở cửa sông và vụng, và có lẽ đã có loại cố gắng bò lên đất liền vì có một số thở được cả bằng phổi; người ta cũng tìm thấy những di tích của loại lưỡng cư sống ở lục địa lần đầu tiên. Các loại uyển túc, động vật nhuyễn thể, san hô và những loại giáp xác khổng lồ cũng đều phát triển sinh sản rất mạnh ở các biển, trong khi đó thì các loại bút thạch biến mất và các loại trùng ba lá cũng giảm sút rõ rệt về số lượng. Lần cuối cùng của chu kỳ Calêđôni vào đầu kỷ gây ra một đợt biển lùi rất rộng lớn. Đợt này được tiếp theo bằng một đợt biển tiến vào giai đoạn giữa kỷ, chu kỳ kiến tạo Varixi bắt đầu vào cuối kỷ. Hoạt động núi lửa rất mạnh mẽ, đặc biệt vào giai đoạn đầu và cuối kỷ Đêvôn.

Kỷ Cacbon đặc trưng bởi sự lan tràn rất khác thường của thực vật trên đất và đặc biệt là những loại ẩn hoa. Chúng tạo thành rừng trên các bờ biển lầy lội và sinh ra rất nhiều lớp than dày ở nhiều nơi. Các loại lưỡng cư khác sống trong các rừng, loại bò sát bắt đầu xuất hiện và có những sâu bọ khổng lồ (chuồn chuồn, bọ rầy và bươm bướm). Các trùng ba lá lúc đó đang dần dần bị tiêu diệt trong các biển, các loại san hô, uyển túc, nhiều loại nhuyễn thể và có nhiều loại động vật chân rễ phát triển mạnh mẽ. Còn đối với động vật có xương sống thì các loại cá mập giữ vai trò chủ yếu. Nhiều lần *chu kỳ Varixi* đã gây ra những đợt biển lùi và những trận phún xuất núi lửa.

Kỷ Pecmi khác *kỷ Carbon* ở chỗ: có hiện tượng khí hậu trở thành khô và lạnh, sinh ra tác dụng băng hà rộng lớn ở Nam bán cầu; có sự phát triển các sa mạc, sự giảm bớt các biển và thành tạo những lớp muối dày trong các vụng biển ở Bắc bán cầu.

Các quá trình này đều liên quan tới các chu kỳ biến vị Varaxi là thời kỳ tạo nên những dãy núi và gây ra nhiều đợt biển lùi, hiện tượng núi lửa tăng rất mạnh. Có nhiều loại bò sát ăn thịt và ăn cỏ đã bắt đầu xuất hiện trên lục địa. Thời kỳ này có nhiều loài

của thực vật thời Carbon bị tiêu diệt và có những dạng mới xuất hiện ở các rừng; mặt khác cũng có nhiều lớp than được tạo thành ở nhiều chỗ khác nhau. Các loài trùng ba lá bị tiêu diệt hoàn toàn, trong khi đó loại chân đầu đặc biệt là các loại cúc thạch lại phát triển rất mạnh.

Nguyên đại Trung sinh hay là nguyên đại của sự sống vào giai đoạn trung gian được chia thành các *kỷ: Triat, Jura* và *Crêta*. Vào nguyên đại này, có nhiều loại bò sát, động vật nhuyễn thể, thực vật có tổ chức cao hơn như các loài tùng, bách và Sagu phát triển. Nhiều chu kỳ xâm thực và phún xuất núi lửa và chu kỳ Mezozoi đã gây ra những đợt biển tiến, biển lùi và làm biến đổi bộ mặt của Trái đất.

Kỷ Triat là thời kỳ tương đối yên tĩnh của vỏ Trái đất. Hiện tượng biển lùi lan rộng giữa kỷ, còn biển tiến xảy ra trong cuối kỷ. Các loài bò sát với những đại biểu thuộc tất cả các nhóm chính đã chiếm ưu thế trên mặt đất. Động vật có vú đầu tiên xuất hiện vào cuối kỷ. Có nhiều cúc thạch khác nhau và nhiều loại bò sát sinh sống trong các biển.

Kỷ Jura đặc trưng bởi sự phát triển mạnh của tạo sơn do những đợt biển lùi và sự lan rộng của thực vật lục địa. Các loại thực vật này đã sinh ra hàng loạt những bể than; về than kỷ này chỉ thua than *kỷ Cacbon*. Thời kỳ này, các loại bò sát đạt ưu thế tuyệt đối trên mặt đất và ở biển, nó gồm rất nhiều loài cộng thêm với các nhóm cúc thạch và tiễn thạch đồng thời còn có các loại hai mảnh, san hô tạo ám tiêu và cầu gai đều phát triển và phồn thịnh trong các biển. Các loài chim đầu tiên bắt đầu xuất hiện và đua tranh với những loại bò sát biết bay. Núi lửa hoạt động mạnh vào cuối kỷ.

Kỷ Crêta đặc trưng tạo sơn hoạt động mạnh mẽ, biển lùi rất rộng lớn vào thời kỳ đầu và tiến vào thời kỳ cuối do sự tăng cường hoạt động của núi lửa. Nhiều loài cây cối có lá rộng bản đầu tiên và các loại biển hoa hạt kín xuất hiện. Hệ động vật có những nét chính giống như *kỷ Jura*. Ngoài ra, có sự xuất hiện của những động vật chân rễ và nhiều loại bọt biển cũng như những trầm tích của các tầng lớp phấn trắng đều là những nét đặc trưng. Đây cũng là thời kỳ các loại cúc thạch bị tiêu diệt và sự phát triển của những loại hai mảnh khổng lồ bắt đầu diễn ra. Chim gồm những loại có răng.

Nguyên đại Tân sinh, được chia thành *kỷ Đệ tam* và *Đệ tứ*. Sau hàng loạt những biến đổi xảy ra trong nguyên đại này thì mặt ngoài Trái đất và sự phân bố của những lục địa, đại dương, núi, cao nguyên và các miền đất thấp đều đạt được tình trạng bình ổn hiện tại. Các loài bò sát trong nguyên đại Trung sinh đến đây chuyển sang cho các động vật có vú và chim, *loài người xuất hiện vào cuối nguyên đại này và đã trở thành vị chúa tể của Trái đất*. Các cây nhiều lá và các loại hòa thảo giữ vai trò quan trọng bậc nhất trong thế giới thực vật. Phần gần thời hiện đại của nguyên đại này có nét độc đáo là hiện tượng giá lạnh rất mạnh của khí hậu và sự phát triển của nhiều thời kỳ băng hà.

Kỷ Đệ tam đặc trưng bởi nhiều lần của chu kỳ biến vị Anpi xảy ra trong các miền thuộc nguyên đại Trung sinh và các miền ven rìa của Thái Bình Dương, dần dần làm cho địa hình của Trái đất và sự phân bố các lục địa và biển gần giống như hiện nay. Những vận động mạnh mẽ đó làm tăng hoạt động núi lửa một cách đặc biệt và sinh ra vành đai núi lửa và động đất quanh Thái Bình Dương.

Các động vật có vú, nhiều loại chim, các cây có nhiều lá và loài hòa thảo sinh sản rất nhanh, chiếm ưu thế trên mặt đất. Thời kỳ này nhiều loại có vú (cá voi và loại có chân bơi) bắt đầu giữ một vai trò quan trọng trong biển; có những loại chân rễ khổng lồ (trùng tiễn), những loại hai mảnh và chân bụng tạo ra những tầng dày, trong khi đó thì các loại Cúc thạch và Tiễn thạch biến mất. Vào cuối Thế kỷ, khí hậu trở nên rất lạnh và giai đoạn băng hà đầu tiên mang tên là *GunZi* được coi như thuộc vào thời này.

Kỷ Đệ tứ là kỳ còn đang tiếp diễn và cũng được gọi là *Nhân sinh* để nói lên vai trò chủ chốt của loài người, xảy ra vào lần cuối của chu kỳ Anpi cho đến tình trạng hiện nay của Trái đất. Các đợt xen kẽ giữa khí hậu lạnh và nóng là nguyên nhân của ba thời kỳ băng hà *Minđêli, Rixi và Vuôcmi*, cách nhau bằng những giai đoạn gian băng. Có hiện tượng di cư của hệ động vật ở miền băng hà gần Bắc Băng Dương di chuyển xuống miền Nam và lấn át các động vật ưa nóng làm chúng bị tiêu diệt hoặc phải di chuyển xa hơn về phương Nam. Trong những giai đoạn gian băng, mực nước đại dương dâng lên, vì nước các khối băng hà tan ra. Có hiện tượng biển tiến (và trong các giai đoạn đóng băng là biển lùi). Vào hồi giữa Kỷ Đệ tứ, loài người xuất hiện ở nhiều địa điểm khác nhau.

Ngoài ra, cũng có những chỗ bị sụt và nước lấn vào những miền lục địa cũ ở phần Đông của biển Địa Trung Hải, ở phần Nam của Hắc Hải và ở phía

Bắc và Đông Sibir khiến cho đảo Xakhalin bị tách rời khỏi lục địa; rồi có những hố sụt sinh ra hồ như dãy hồ ở Châu Phi, các địa hào (graben) ở Hồng Hải biển Chết và hồ Bai Kan. So với Kỷ Đệ tam, tác dụng núi lửa yếu dần.

Dưới đây là bảng niên đại của lịch sử Trái đất

Nguyên đại (Giới)	Kỷ (Hệ)
1. Thái cổ	***Criptozoi***
2. Nguyên sinh.	
3. Cổ sinh	***Cambri***
	Ocdovic, Silua
	Đêvôn
	Carbon
	Pecmi
4. Trung sinh	***Triat***
	Jura
	Fanerozoi
	Crêta
5. Tân sinh	***Đệ tam***
	Đệ tứ

IV. TÍNH TUỔI TRÁI ĐẤT

Người ta đã dùng nhiều phương pháp để tính tuổi của vỏ Trái đất. Thời gian cần thiết cho sự tạo thành tam giác châu Sông Nil được tính theo diện tích của nó, và bề dày của các lớp cũng như tốc độ trầm đọng của chúng.

Học thuyết tiến hóa đã được áp dụng để tính thời gian từ lúc có đời sống hữu cơ bắt đầu. Các số liệu thiên văn học như sự biến đổi về tâm sai của Trái đất, các thời kỳ viễn điểm và cận điểm, quá trình vận chuyển của hệ Mặt trời trong giải Ngân hà, tâm sai của sao Thuỷ, các giả thuyết về nguồn gốc thuỷ triều của Mặt trăng, cũng đều đã được sử dụng để tính tuổi Trái đất. Sự tích lũy muối trong các đại dương đã giúp người ta tính được thời gian kéo dài từ khi chúng bắt đầu hình thành. Nhưng tất cả các phương pháp đó đều cho những kết quả rất khác nhau và không đảm bảo; ví dụ người ta thấy tuổi Trái đất biến thiên từ 20 triệu năm tới 5.000 triệu năm. Sở dĩ như vậy là vì các phương pháp đó đều căn cứ hoặc vào giả thiết cho rằng các quá trình xói mòn và trầm tích cũng như sự tích lũy muối đều xảy ra với cường độ không đổi trước đây cũng như ngày nay.

Song gần đây người ta đã thu được những kết quả tốt hơn do những phương pháp căn cứ vào sự biến đổi của một số nguyên tố mới phát minh ra vào Thế kỷ XX. Tất cả các vật chất chứa rađi lập thành hai nhóm nguyên tố biến đổi chuyển dần từ nhóm nọ sang nhóm kia. Một nhóm bắt đầu với Thôri nhóm kia bắt đầu với Urani, cả hai đều tận cùng biến thành chì; Rađi là một trong những thành phần trung gian của nhóm Urani-chì. Trong nhóm này nếu có càng gần giai đoạn cuối thì sự biến đổi từ nguyên tố này sang nguyên tố khác lại càng nhanh hơn.

Như vậy, nếu chúng ta lấy một khoáng vật chứa urani và chì hay Thôri và chì rồi xác định lượng của cả hai, ta có thể tính được thời gian đã trôi qua từ lúc khoáng vật đó hình thành; hoặc nếu chúng ta có thể tìm thấy khoáng vật đó lẫn trong các trầm tích thuộc thời kỳ khác nhau, thì ta có thể xác định được tuổi mỗi loại trầm tích bằng phương pháp đó.

Phương pháp thứ hai là xác định lượng Hêli phóng ra của những quá trình biến đổi trung gian của Urani và Thôri, tuổi của đá được xác định bằng tỷ lệ giữa Urani và Thôri một bên và Hêli một bên.

Phương pháp thứ ba căn cứ vào quá trình phân hủy phóng xạ của Kali dẫn tới sự tạo thành Acgôn. Vì Kali là một nguyên tố rất phổ biến, nên có thể dùng phương pháp này để tìm ra tuổi tuyệt đối của nhiều lớp đá bằng cách xác định tỷ lệ Kali và Acgôn. Ngoài ra, còn nhiều phương pháp nữa căn cứ trên tác dụng phân huỷ phóng xạ của những nguyên tố khác. Phương pháp chì là chính xác nhất, còn phương pháp Hêli và Acgôn đôi khi có thể cho những kết quả sai lầm lớn. Tuổi của nhiều lớp đá và khoáng vật thuộc các kỳ địa chất khác nhau ở lớp vỏ ngoài cùng của Trái đất đã được xác định bằng những phương pháp đó. Sau đây là bảng số liệu về các nguyên đại và kỷ tính theo hàng triệu năm:

Kỷ		***Kỷ***	
Đệ tứ	***3***	***Pecmi***	***55***
Đệ tam	***62***	***Cacbon***	***65***
Crêta	***70***	***Đêvôn***	***55***
Jura	***55***	***Silua và Ocđôvic***	***100***
Triat	***35***	***Cambri***	***70***
Tổng cộng			***520 triệu năm***

Như vậy thời gian kéo dài của các nguyên đại là (tính theo hàng triệu năm).

Tân sinh	***65***
Trung sinh	***160***
Cổ sinh	***345***

Các con số này chưa thể là chính xác, vì việc xác định đôi khi còn có những sai lầm vài triệu năm. Song sự chính xác trong phạm vi sai số một triệu năm sẽ có thể coi là đạt yêu cầu vì chiếu theo thời gian rất lớn mà người ta thường phải tính đến thì một triệu năm là một trị số nhỏ bé không đáng kể.

Xét toàn bộ thì niên đại này cho thấy thời gian kéo dài của các kỷ tăng nhiều về thời xưa.

Thời gian kéo dài của nguyên đại Nguyên sinh và Thái cổ chưa được xác định chính xác vì người ta hãy còn chưa chắc chắn về lúc ấy bắt đầu của mỗi nguyên đại đó.

V – SỰ HÌNH THÀNH CÁC LỤC ĐỊA VÀ ĐẠI DƯƠNG. THUYẾT KIẾN TẠO MẢNG

1 – Vài nét khái quát về hiện tượng di chuyển các lục địa

Hiện này đa số các nhà Bác học về Trái đất đã đi đến kết luận là, các lục địa cũng như đại dương đều chuyển động không ngừng và thay đổi vị trí cho nhau. Ở rìa các lục địa và đại dương người ta thấy có chỗ thì ép lên nhau, có chỗ lại giãn ra. Những hố sâu đại dương lại nằm ở rìa lục địa, trong khi đó ở giữa đại dương lại phát hiện thấy các dẫy núi cao. Bờ biển phía Tây Châu Mỹ và bờ biển phía Đông Châu Phi rất giống nhau. Những sự kiện đó làm cho mọi người đều phải suy nghĩ. Các lục địa chuyển động khi va vào nhau tạo thành những dãy núi cao, lúc giãn ra tạo thành những đại dương mới. Sự *"gặp gỡ"* cũng như sự *"ly dị"* đó của các lục địa thường xảy ra nhiều hậu quả như động đất và núi lửa, tạo thành các đại dương mới và sự biến mất các đại dương cũ. *Luận thuyết "kiến tạo mảng" tức là luận thuyết bàn về chuyển động của các mảng lục địa và đại dương mới ra đời vào khoảng 30 năm nay nhưng đã có tiếng vang lớn trên toàn thế giới vì rằng nghiên cứu sự di chuyển của các mảng vỏ Trái đất có ý nghĩa khoa học và thực tiễn vô cùng lớn lao.*

Luận thuyết này cho chúng ta chiếc chìa khóa quý báu để nghiên cứu sự tiến hóa của vỏ Trái đất cũng như nguồn gốc các đại dương. Ý nghĩa to lớn của luận thuyết này là hiện nay các chuyên gia đã dựa vào nó để tìm ra các mỏ quý ở trên lục địa, dưới đáy đại dương cũng như ở thềm lục địa. Đồng thời dựa vào luận thuyết này, chúng ta có thể đoán trước được động đất và vị trí trong tương lai của các lục địa và đại dương.

Ít người dám nghĩ rằng lục địa Châu Phi và Nam Mỹ, lãnh thổ Ấn Độ, Châu Úc và Nam cực trước kia là một. Đầu thế kỷ XX, những ý nghĩ tương tự được xem như là hoang đường. Ngày nay, nhờ kiến thức mới về cấu tạo hành tinh của chúng ta, lời tiên đoán đó được xem như hoàn toàn đúng.

Năm 1912, nhà Bác học Đức A. Wegenner, (1880-1930) đã nêu lên sự di chuyển của các lục địa. Mặc dù một số nhà Bác học thế kỷ XIX đã nêu lên khả năng đó, nhưng Wegenner là người đầu tiên đã đưa ra một giả thuyết tương đối chắc chắn về sự di chuyển các lục địa.

Với mục đích phổ biến rộng rãi học thuyết của mình, nhà Bác học đã cắt các lục địa từ bản đồ địa lý và xếp chúng lại với nhau thành một lục địa thống nhất. Wegenner gọi lục địa thống nhất đó là lục địa Panghea. Wegenner cho rằng lục địa Panghea bắt đầu bị nứt ra từng mảng vào đầu thời kỳ xuất hiện giống thằn lằn kinh khủng (còn gọi là khủng long) tức là vào khoảng 150 triệu năm trước đây. Trong giai đoạn đầu, lục địa Panghea bị tách ra thành hai lục địa cổ là Gonđvana và Lauraxia. Lục địa Lauraxia bao gồm Bắc Mỹ và Âu, Á; lục địa Gonđvana gồm có Châu Nam Cực, Châu Úc, Ấn Độ, Châu Phi và Nam Mỹ. Về sau Châu Phi và Nam Mỹ lại bị tách ra và tạo thành Đại Tây Dương.

Lúc đầu luận thuyết Wegenner được các nhà chuyên môn đánh giá như là một giả thuyết không có cơ sở. Người ta đối xử với nó giống như giả thuyết Quả đất quay xung quanh Mặt trời và Quả đất không phải trung tâm Vũ trụ của Galilée (Galilê, 1564-1642). Sử chép rằng khi các nhà truyền đạo bắt Galilée phải quỳ xuống tuyên thệ từ bỏ luận thuyết của mình trước tượng Chúa, khi đứng dậy Galilée đã nói thầm: *"Dù sao Trái đất vẫn quay!"*.

Vô số các số liệu mới đã chứng tỏ rằng, các lục địa vẫn chuyển động và phạm vi chuyển động của chúng còn lớn hơn dự đoán của Wegener nhiều. Vả lại, không những các lục địa di chuyển mà các đại

---

* *Xem thêm mục:* ***Những số liệu chủ yếu*** *B.T.*

dương cùng với lục địa cũng chuyển động. *Nếu như trong luận thuyết của Wegener, các lục địa được xem như những con tàu còn đại dương được xem như những đường ray thì luận thuyết kiến tạo mảng hiện nay xem lục địa như hành khách còn đại dương được xem như những con tàu. Khi con tàu di chuyển thì mang theo luôn hành khách.*

Theo luận thuyết mới, bề mặt rắn chắc của Trái đất được chia làm sáu mảng không bằng nhau. Mảng Thái Bình Dương chỉ gồm có đáy đại dương. Những mảng khác vừa có đáy đại dương vừa có lục địa thí dụ Bắc Mỹ và phía Tây – Bắc Đại Dương tạo thành một mảng kéo dài từ Aixơlen (nằm giữa Grơnlen và Tây Âu) đến tận SanFrancisco (cảng lớn phía Tây Hoa Kỳ).

Có thể ví hành tinh của chúng ta như quả táo. Nhân quả đất rắn hơn lớp vỏ bao quanh và có lẽ bao gồm sắt, vàng và niken. Vì thế cho nên người ta gọi nhân Trái đất là Ni, Fe, Au. Phần ngoài nhân có lẽ bị nóng chảy và do đó ở thể lỏng, còn phía trong cùng vì áp suất quá lớn vẫn ở trong trạng thái rắn. Vỏ Trái đất chia làm hai phần: phần bao quanh nhân gọi là lớp áo trong hay theo thuật ngữ khoa học là lớp Manti bao gồm Silic và Manhê cho nên còn gọi là lớp Sima, còn lớp vỏ ngoài kể cả mặt đất và đáy đại dương bao gồm Silic và Nhôm nên còn gọi là lớp Sial. Phần ngoài của lớp Manti ở trạng thái mềm và dẻo cho nên các nhà Bác học đặt tên là *quyển mềm. Quyển mềm dày chừng 150 kilômet. Chính quyển mềm được xem như bề mặt trượt của các lục địa và đại dương. Nói cách khác, đáy đại dương và lục địa được trượt trên quyển mềm theo chiều hướng khác nhau.*

2. Một số sự kiện thú vị và kỳ lạ

Trong Thế kỷ thứ XX, loài người đã phát hiện ra một số nghịch lý sau đây:

a) *Về khí hậu:* các nhà Bác học từ xưa tới nay đều ngạc nhiên, tại sao lại có sự thay đổi khí hậu kỳ lạ như vậy trên các miền khác nhau của Thế giới. Thí dụ quần đảo Xpitxbeghen (thuộc Na Uy) nằm ở Bắc Băng Dương lại giàu than đá tức là trước kia đã tồn tại nhiều thực vật kiểu nhiệt đới. Ở xung quanh Grơnlen cũng nằm ở Bắc Băng Dương lại có nhiều đảo san hô thành tạo từ xưa. Như ta đã biết các đảo san hô có nguồn gốc ở các biển nhiệt đới (ở Vịnh Hạ Long nước ta hiện nay san hô phát triển rất nhiều). Ở Nam Cực người ta tìm thấy khá nhiều cây nhiệt đới đã hóa đá chứng tỏ lục địa này trước kia đã tồn tại một loại rừng kiểu nhiệt đới. Trong lúc đó, ở miền xích đạo Châu Phi người ta lại tìm thấy dấu vết của các thời kỳ băng hà xưa còn lại. Những hiện tượng này trước kia không giải thích được. Ngày nay nhờ thuyết kiến tạo toàn cầu còn gọi là thuyết kiến tạo mảng hoặc thuyết tách giãn đáy đại dương hay gọi một cách nôm na là thuyết di chuyển các lục địa và đại dương, người ta có thể lập lại các vị trí của các lục địa trong không gian theo từng thời gian.

b) *Về động vật:* về động vật, cũng có nhiều hiện tượng thú vị. Như ta đã biết con kanguru (con vật có túi nuôi con) phát sinh từ Châu Mỹ nhưng bây giờ chúng lại phát triển ở Châu Úc. Trong lúc đó, ở Châu Á lại không tìm thấy con kanguru nào để chứng tỏ nó đã di cư từ Châu Mỹ qua Châu Á đến Châu Úc.

c) *Về đường viền lục địa:* từ xưa đến nay các nhà địa chất và địa lý đều nhận thấy sự giống nhau của các đường viền lục địa bị Đại Tây Dương ngăn cách. Bờ Đông Nam Mỹ và bờ Tây Châu Phi đã được ghép khít lại ở độ sâu 1000 mét. Chúng khít nhau đến nỗi nhà Bác học Nga Viện sỹ A.N.Kônmôgôrôv đã nói: *"Hai châu lục địa Nam Mỹ và Châu Phi trước kia là một"*.

d) *Về các dãy núi giữa đại dương:* giây phút đột biến về lịch sử nghiên cứu cấu trúc vỏ Trái đất xảy ra cách đây khoảng 45 năm khi người ta phát hiện ra rằng ở *giữa đại dương không phải là các vực thẳm mà lại là các dãy núi ngầm. Các dãy núi này được gọi là các dãy núi giữa đại dương. Ngược lại, người ta lại phát hiện các hố nước sâu chạy ven lục địa.* Chỗ sâu nhất của các đại dương trên Thế giới là 11,033 ki lô mét đo được ở máng nước sâu Marian (144 độ kinh Đông, 11 độ vĩ Bắc, tức là cùng một vĩ độ với thành phố Hồ Chí Minh và cách thành phố Hồ Chí Minh 315 ki lô mét về phía Đông). Các hố nước sâu nằm cạnh vành đai núi lửa chạy quanh Thái Bình Dương.

e) *Về khối lượng nước và diện tích các đại dương:*

Một sự kiện mà không ai để ý nhưng lại rất quan trọng: đó là khối lượng nước và diện tích các đại dương được giữ nguyên trong hàng trăm triệu năm. Mực nước biển tất nhiên thay đổi theo thời gian. Trước kia trong thời đại băng hà, khi mà một khối lượng lớn nước đã đóng băng trên các lục địa, mực

nước biển đã thấp hơn hiện nay và ngày xưa các thềm lục địa Châu Âu và Bắc Mỹ không bị nước biển bao phủ và đã lộ ra trên mặt đất. Trong các thời kỳ biển tiến, biển có lúc đã tiến lên các đồng bằng gần biển nhưng chưa bao giờ phủ toàn bộ các lục địa. Chúng ta chưa biết tại sao có động lực cân bằng đó. Chúng ta có thể nghĩ rằng, nước đã được giải phóng từ phần trong của Trái đất và do đó biển đã được mở rộng hoặc ngược lại trên bề mặt biển nước đã phân hóa thành Hyđrô và Ôxy và một phần Hyđrô đã bay hơi và do đó, làm cho biển ngày càng cạn dần. Tuy nhiên, các quá trình đó có lẽ cân bằng nhau làm cho khối lượng nước đại dương không bị thay đổi.

3. Đại Tây Dương ngày càng mở rộng, Thái Bình Dương ngày càng hẹp dần

Như trên đã nói, vỏ Trái đất được chia thành sáu mảng lớn và chuyển động ngược hướng nhau. Khi hai mảng rời khỏi nhau thì đáy đại dương được tách ra theo các dãy núi giữa đại dương. *Dãy núi giữa đại dương kéo dài từ Bắc cực về Nam cực và được lặp lại đường bờ biển phía Đông Châu Mỹ và phía Tây Châu Phi. Dãy núi này ngày càng bị tách ra và Đại Tây Dương, do đó, ngày càng mở rộng, New York và Paris cũng như Nam Mỹ và Châu Phi ngày càng cách xa nhau. Khi đáy đại dương được tách ra, các vật liệu dưới lòng đất được phun lên lấp đầy kẽ hở đó.*

Khi hai mảng chuyển động tiến sát vào nhau thì gây ra hiện tượng trượt. *Mảng Thái Bình Dương tiến vào mảng Á, Âu. Khi tiến sát đến rìa lục địa mảng Thái Bình Dương đã chui xuống mảng Á - Âu và tạo ra vành đai núi lửa phía Đông Thái Bình Dương chạy dọc từ Camtrátca thuộc Nga xuống Nhật Bản và chạy dài xuống tận phía Tây Châu Úc.* Cũng tương tự như vậy, mảng phía Tây Thái Bình Dương tiến sát vào lục địa Châu Mỹ và chui xuống rìa phía Tây Châu Mỹ. Hậu quả của sự trượt lục địa lên đại dương đó đã tạo ra vành đai núi lửa chạy dọc theo bờ biển phía Tây Thái Bình Dương.

Chính sự trượt các mảng kiến tạo ở khu vực Thái Bình Dương đã thường sinh ra động đất ở Nhật Bản và Philippines. Mới đây, ngày 7-1-1995, trận động đất khủng khiếp ở cảng Kobe (Nhật Bản) làm 5400 người chết, 22.000 người bị thương, hàng nghìn nhà cửa bị phá huỷ, 10 vạn người vô gia cư, gây thiệt hại cực kỳ nặng nề, ước tính khoảng 30 tỷ đô la.

Vỏ Trái đất được giãn ra chỗ này và bị co lại hay nói cách khác bị chui xuống hoặc trượt lên chỗ kia cho nên cuối cùng khối lượng Trái đất vẫn giữ nguyên. Nói cách khác, khi đại dương được mở rộng, tức là Âu, Á ngày càng xa Bắc Mỹ thì trong lúc đó Thái Bình Dương ngày càng hẹp dần. Ở giữa Thái Bình Dương, đáy đại dương vẫn ngày càng mở rộng. Nhưng tốc độ tách giãn đáy Thái Bình Dương bé hơn tốc độ bị lún chìm ở hai bên bờ Thái Bình Dương cho nên kết quả cuối cùng diện tích Thái Bình Dương ngày càng hẹp lại.

4. Vì sao có dãy núi Himalaya hùng vĩ?

Nếu như hai mảng là hai lục địa tiến sát vào nhau thì hậu quả ra sao? Vì hai mảng đều là lục địa, tức là đều bao gồm vật chất Sial nhẹ thì lúc đó sẽ bị nén vào nhau và bị nâng lên cao tạo ra những mái nhà của Thế giới như các dãy núi Himalaya ở Châu Á, Alpes ở Châu Âu, Ural ở giữa Âu - Á, Appalash ở Châu Mỹ. Himalaya được tạo thành khi Ấn Độ tiến sát vào Châu Á, Alpes được nâng lên khi Châu Phi đụng vào đuôi phía Nam Châu Âu, dãy Ural hình thành khi Âu - Á gặp nhau, còn Alpes phát sinh do đáy Đại Tây Dương nén vào Đông Bắc Châu Mỹ. Hiện nay, dãy núi Himalaya ngày càng cao dần, chứng tỏ Ấn Độ còn đang dịch chuyển về phía Bắc.

5. Động lực nào đã chuyển động các lục địa?

Rất đáng tiếc là hiện nay, chúng ta chưa biết được động lực nào đã gây ra sự chuyển động các lục địa. Có giả thuyết cho rằng, những dòng chảy do đối lưu nhiệt trong manti Trái đất là nguyên nhân chính của sự dịch chuyển các mảng. Dòng nhiệt đối lưu đó dưới các dãy núi giữa đại dương có khuynh hướng đi lên, còn dưới các máng nước sâu đại dương ở ven rìa lục địa có khuynh hướng đi xuống và dưới các mảng thì chúng nằm ngang.

Tại sao trong khi động lực chuyển động các mảng chưa biết mà luận thuyết này lại có tiếng vang lớn đến như vậy? Trên Thế giới, có ba tập san khoa học lớn nhất là tạp chí **Báo cáo của Viện Hàn lâm khoa học Liên Bang Nga** (DANFR), tạp chí **Thiên nhiên** (NATURE) của Anh và Tạp chí **Khoa học** (Sciences) của Mỹ. Chỉ riêng tập san Nature của

Anh, trong năm 1971 in 69 công trình thì 26 công trình bàn về luận thuyết kiến tạo toàn cầu. Theo tài liệu của Viện Hàn lâm khoa học Liên bang Nga, trong năm 1994, trên toàn thế giới đã công bố 366 công trình về kiến tạo mảng, tức là trung bình mỗi ngày một công trình. Tất cả các báo hàng ngày của các nước tiên tiến đã và đang tiếp tục đăng dưới dạng phổ cập luận thuyết này. *Riêng Việt Nam ta có vị trí kiến tạo trung tâm vừa nằm giữa đại lục Gôndvana và Lauraxia, vừa nằm giữa mũi Thái Bình Dương và mũi lục địa thì việc hiểu biết luận thuyết này lại càng quan trọng.*

Hiện nay, luận thuyết kiến tạo mảng hay còn gọi là luận thuyết tách giãn đáy đại dương là luận thuyết dẫn đầu trong ngành khoa học về Trái đất. Lần đầu tiên trong ngành địa chất, một luận thuyết được đề nghị đưa ra để xét tặng giải Nobel.

6. Sự thay đổi cực từ trong quá khứ

Từ đầu Thế kỷ XX này, người ta đã biết rằng các phần tử sắt chứa trong đất sét, trong dung nham núi lửa và trong các vật liệu khác, khi nung nóng đến một nhiệt độ nhất định, sẽ phân bố phù hợp với từ trường của Trái đất. Khi để nguội, các phần tử sắt có dạng những kim nam châm nhỏ không chuyển động. Như vậy, những phần tử này đã chỉ hướng từ trường của Trái đất trong thời gian và trên địa điểm mà chúng bị nung nóng cách đây hàng nghìn hay hàng triệu năm.

Trên cơ sở phân tích từ dư trong đất đá lấy ở các đảo và lục địa, người ta đã tìm ra hàng loạt các phát minh quan trọng. *Một trong những phát minh đó là đã xác định một cách chắc chắn rằng cực từ trong quá khứ đã "đi du lịch". Và quan trọng hơn nữa hướng từ trường trong đất đá Châu Âu và Bắc Mỹ lại chỉ ra những vị trí khác nhau của cực từ Bắc cũng như cuộc "hành trình du lịch" khác nhau của nó.* Và chỉ khi chúng ta nhập hai lục địa này làm một rồi sau đó cho chúng tách ra thì cuộc hành trình du lịch của cực từ Bắc mới trùng hợp.

Một phát minh quan trọng nữa do các nhà Bác học mới phát hiện là trong mấy triệu năm gần đây từ trường Trái đất đã thay đổi ít nhất là 16 lần (cực Bắc đổi thành cực Nam và ngược lại). Nguyên nhân của những sự đảo cực từ đó không rõ. Dù sao chăng nữa, những hiện tượng này có liên quan đến cấu tạo nhân của Trái đất.

Nghiên cứu các mẫu đá khoan được ở đáy Thái Bình Dương, các nhà khoa học Nga và Mỹ đã phát hiện hàng loạt dải nhiễm từ song song từ Bắc xuống Nam. Vả lại người ta nhận thấy rằng, từ trường của các dải đối xứng nhau qua dãy núi giữa đại dương lại trùng nhau và từ trường của hai dải nằm cạnh nhau thì ngược hướng nhau. Điều đó được giải thích như sau: khi đáy đại dương được tách ra thì dung nham núi lửa từ lòng đất phun lên lấp đầy kẽ hở và tạo thành hai dải song song đối xứng với trục dãy núi giữa đại dương và hai dải này có chung hướng từ trường ngự trị trên Trái đất lúc bấy giờ.

7. Nam cực là mồ chôn của các động vật nhiệt đới

Sự phát hiện các mảng trôi dạt trên đây đã giải thích được một loạt các phức hệ động vật hóa đá tìm thấy ở Nam cực. Cuối năm 1967, một nhà địa chất Tân Tây Lan đã tìm ra một mẫu xương thuộc bộ thằn lằn răng rối (labirinthodonta).

Thằn lằn răng rối thuộc loài lưỡng thê và là loài động vật đầu tiên đã từ nước lên sống ở cạn cách đây 350 triệu năm về trước.

Tháng 11 năm 1969, một đoàn khảo sát Hoa Kỳ đã khảo sát Nam cực và đã tìm ra được vô số xương loài bò sát của thời kỳ Tơriát (cách đây từ 195 đến 240 triệu năm). Thật là vô lý nếu loài bò sát này là loài động vật sống trên cạn và trong nước ngọt lại có thể bơi qua đại dương sang Châu Phi trên khoảng cách 4000 cây số đầy sóng to gió lớn?

Điều đó chỉ có thể giải thích là *cách đây từ 195 đến 240 triệu năm, Châu Nam cực đã gắn liền với Châu Phi thành một lục địa thống nhất. Trong thời gian đó, Đại Tây Dương chưa tồn tại do vậy, Nam Mỹ và Châu Phi cũng như Bắc Mỹ và Âu, Á còn dính liền với nhau.*

8. Sự di chuyển lục địa và sự hình thành các mỏ kim loại, mỏ dầu.

Những luận điểm chính của thuyết kiến tạo mảng mở ra một con đường mới cho việc nghiên cứu những điều kiện tạo thành các mỏ khoáng sản như kim loại, cũng như mỏ dầu, mỏ khí đốt và mỏ than.

Thật là thú vị khi loài người biết các lục địa Nam Mỹ, Châu Phi, Ấn Độ, Châu Úc và Châu Nam cực trước kia chỉ là một do đó sẽ dự đoán được sự kéo dài các đai quặng từ lục địa này sang lục địa khác. Nhờ đó mới đây người ta đã phát hiện ra được những mỏ kim cương, mỏ sắt ở Nam Mỹ và ở Châu Úc. Các mỏ này là phần nối tiếp của các mỏ kim cương và các mỏ sắt từ Châu Phi kéo dài sang.

. Hiện nay, các mỏ ở lục địa đã được nghiên cứu kỹ, còn các mỏ ở đại dương mới được nghiên cứu sơ lược. Giữa các mỏ lục địa và các mỏ đại dương có nhiều điểm gắn bó chặt chẽ với nhau ở dưới vỏ lục địa là vỏ đại dương, nếu biết được đặc điểm của các mỏ đại dương thì ta có thể dự đoán được những mỏ nằm sâu dưới vỏ lục địa.

Xem xét sự phân bố các mỏ dầu trên Thế giới, ta thấy chúng đều gắn bó chặt chẽ với các hệ thống đứt gãy sâu cực lớn.

Trong các vùng mỏ dầu và hơi đốt có một điều làm các nhà địa chất chú ý là nguồn gốc phần lớn các mỏ dầu gắn bó với quá trình tạo thung lũng kiểu tách giãn bậc thang. Phần lớn các mỏ dầu và hơi đốt gắn bó với vùng chuyển tiếp từ vỏ lục địa sang vỏ đại dương và nằm trong lớp trầm tích Trung sinh và Tân sinh, tức là hình thành cùng một lúc với hầu hết các đáy đại dương trên Thế giới .

So sánh tiếp giáp giữa các mảng di chuyển lục địa, ta thấy có ba kiểu : tiếp giáp kiểu Himalaya là tiếp giáp nén, tiếp giáp kiểu Đại Tây Dương là tiếp giáp giãn, còn tiếp giáp kiểu Địa Trung Hải là vừa nén vừa giãn. Từ cơ chế chuyển động ba kiểu tiếp giáp đó, có thể hình thành các loại khoáng sản khác nhau. Việt Nam là nơi gặp gỡ giữa hai vành đai kiến tạo – sinh khoáng lớn nhất thế giới là Thái Bình Dương và Địa Trung Hải. Vùng Việt Bắc có thể thuộc sinh khoáng miền nền hoạt động. Trũng An Châu, trũng Hà Nội, trũng đồng bằng Sông Cửu Long hình thành do sự tách giãn. Các trũng đó cũng như vùng thềm lục địa nước ta đặc biệt ở ngoài khơi vịnh Bắc Bộ và Nam Bộ là nơi thuận tiện cho việc tích tụ các mỏ dầu. Miền Tây Bắc Việt Nam là miền vỏ Trái đất hoạt động mạnh có nhiều mỏ kim loại. Khối trung tâm Đông Dương bao gồm miền Nam Việt Nam, Hạ Lào, Bắc Campuchia và miền Đông Thái Lan là một khối trung tâm điển hình được các nhà kiến tạo trên thế giới thừa nhận rộng rãi.

Cần chú ý một điều là hệ đứt gãy Sông Hồng – Sông Chảy phần Tây Bắc bị nén, còn phần Đông Nam bị tách giãn, do đó tạo thành kiểu đứt gãy bản lề lấy Thủ đô Hà Nội làm điểm tựa: phần Tây Bắc được nâng lên tạo thành dãy núi Con Voi và dãy Hoàng Liên Sơn có lợi cho sinh khoáng nội sinh, phần Đông Nam bị hạ thấp tạo thành miền trũng kéo dài từ Hà Nội đến Thái Bình và chạy dài ra Biển Đông tới Bạch Long Vĩ thuận tiện cho việc hình thành các mỏ dầu, hơi đốt và than đá.

Mặc dù còn một số điểm yếu và nhất là chưa giải thích được trọn vẹn nguyên nhân vì sao các lục địa và đại dương di chuyển được, thuyết "*kiến tạo mảng*" được hầu hết các nhà địa chất trên Thế giới hiện nay xem như học thuyết dẫn đầu và tổng hợp trong ngành địa chất hiện đại. Nhưng một giả thuyết dù có cơ sở khoa học đến thế nào đi nữa cũng cần được bổ sung, chính xác hóa hoặc là thay đổi nó đi khi có đủ số liệu thực tế chứng minh.

TSKH. NGUYỄN ĐÌNH CÁT

VI – NHỮNG SỐ LIỆU CHỦ YẾU

(Nguồn: National Geograhic Society, Washington, D.C)

* TRÁI ĐẤT

Trọng lượng:	5.973.502.000.000.000.000.000 tấn
Chu vi ở Đường xích đạo:	40.075 km
Diện tích:	510.074.600 km²
Đất nổi:	148.940.540 km²
Nước:	391.134.060 km²

a. Các lục địa

	Diện tích (km²)	*Điểm cao nhất (m)*	*Điểm thấp nhất (m)*	*Số dân*
Châu Á	43.998.920	1. Đỉnh Evơ rét 8.848	1. Biển Chết - 396	2.048.898.000
Châu Phi	29.800.540	2. Kibô (Kilimandiaro) 5.895	2. Hồ Axan - 156	344.000.000
Bắc Mỹ	24.320.100	3. Đỉnh MắcKinli 6.194	3. Thung lũng Chết - 86	314.970.000
Nam Mỹ	17.599.050	4. Đỉnh Aconcagoa 6.960	4. Bán đảo Van đét - 40	186.013.000
Châu Âu	9.699.550	5. Enbrux 5.642	5. Biển Caxpien - 28	637.943.000
Châu Úc	7.687.120	6. Đỉnh Kôxcluxkơ 2.228	6. Hồ Erd - 16	12.200.000
Châu Nam cực	14.245.000	7. Đỉnh Uynxơn 5.139	7. Không rõ	

b. Các đại dương

	Diện tích (km²)		*Chỗ sâu nhất (m)*
Thái Bình Dương	166.242.517	1. Hố Marian	11.033
Đại Tây Dương	86.557.800	2. Hố Puecto Ricô	8 648
Ấn Độ Dương	73.427.795	3. Hố Java	7.725
Bắc Băng Dương	13.223.763	4. Lòng chảo Âu-Á	5 450

c. Các biển lớn nhất

	Diện tích (km²)	*Độ sâu trung bình (m)*
1. Biển Đông	2974615	1464
2. Biển Caribê	2515926	2575
3. Địa Trung Hải	2509969	1501
4. Biển Bêrin	2261070	1491
5. Vịnh Mexico	1507639	1615
6. Biển Okhốt	1392125	973
7. Biển Nhật Bản	1012949	1667
8. Vịnh Hudxơn	730121	93
9. Biển Anđaman	564879	1118
10. Biển Đen	507899	1191
11. Biển Đỏ	452991	538
12. Biển Bắc	427091	308
13. Biển Baltique	382025	55

d. Các thác nước lớn

	Cao (m)		Cao (m)
1. Xantô đen Anghen	979	7. Ribbon	491
2. Tugela	948	8. George VI	488
3. Yôxêmit	739	9. Gavami	422
4. Cuquenan	610	10. Victoria	108
5. Xudơlan	580	11. Igoazu	72
6. Mác đanxfooxen	517	12. Niagara	59

e. Các con sông dài nhất:

	Chiều dài (km)		Chiều dài (km)
1. Nil	6669	9. Lêna	4312
2. Amazôn	6436	10. Mackenzi-Pixơ	4240
3. Mississippi	5969	11. Mêcông	4183
4. Ốp – Irtysh	5567	12. Nigiê	4183
5. Dương Tử	5471	13. Parana	4023
6. Hoàng Hà	4287	14. Marây-Đacslin	3717
7. Congo	4373	15. Volga	3685
8. Amur	4344		

f. Các hồ chính:

	Diện tích (km^2)	Chỗ sâu nhất (m)
1. Hồ Caspienne	371975	995
2. Hồ Thượng	82362	406
3. Hồ Victôria	69485	81
4. Biển Aran	65527	68
5. Hồ Hurôn	59570	229
6. Hồ Misigân	58016	282
7. Hồ Tanganyika	32893	1417
8. Hồ Gấu lớn	31972	413
9. Hồ Baikan	30510	1620
10. Hồ Nyatxa	29604	678

g. Các cực điểm

1. Lượng mưa: đỉnh Wialeale, Hawai Trung bình hằng năm : 11680 mm.

2. Khô hạn: sa mạc Atacama, Chi Lê. Lượng mưa hầu như số 0 (ở Calama, từ xưa đến nay chưa hề có mưa bao giờ).

3. Lạnh: Vostok ở Nam cực, -88°C (Tháng 8 - 1960)

4. Nóng: Al-Aziziya, Libi: 58°C (Tháng 9 - 1992)

5. Thành phố xa nhất về phía Bắc: Ny Alesund, Spizberg, Na Uy.

6. Thành phố xa nhất về phía Nam: Puerto Williems, Chilê.

7. Thành phố ở cao nhất: Aucanquilcha, Chilê: 5334m

8. Thành phố ở thấp nhất: Các làng ở biển Đen: -396m

9. Những hẻm núi lớn nhất: Grand Canyon, Colorado River, bang Arizona (Mỹ); dài 349km, rộng từ 6 đến 21 km, sâu 1600 mét.

10. Những hẻm núi sâu nhất: Hells Canyon, Snake River bang Idaho (Mỹ): sâu 2408m.

11. Sức gió mạnh nhất: 372 km/giờ (ghi được năm 1934)

12. Thuỷ triều cao nhất: vịnh Fundy, Nova Scotia: 16m

13. Hố lớn nhất do sao băng rơi gây ra: ở Nouvelle – Québec. Canada: rộng 3km.

NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP *(sưu tầm)*

C - LƯỢC SỬ TIẾN HÓA LOÀI NGƯỜI

I. BỐI CẢNH XUẤT HIỆN CỦA CON NGƯỜI

Theo các tác giả Mỹ Karen Arms và Pamela S.Camp (1982), quả đất có khoảng 4.500 triệu năm tuổi; nhưng thực tế không phải như vậy, mà theo tính toán mới nhất, Trái đất đã được hình thành từ hơn 6 tỷ năm. Và nó được chia làm 4 đại, gồm 12 kỷ. 4 đại đó tính từ xưa đến nay là: *Đại Thái Cổ (*còn gọi là tiền Cambri*), Đại Cổ Sinh, Đại Trung Sinh* và *Đại Tân Sinh* .

Cuối *Đại Thái Cổ,* 570 triệu năm về trước, quả đất nguội dần, biển hình thành, tuy chưa sâu; một số dãy núi xuất hiện. Những mầm mống sự sống đầu tiên ra đời, bắt nguồn từ những kết hợp vô cơ, và tiến hoá dần thành các vi khuẩn, đặc biệt là vi khuẩn lam. Đầu *Đại Cổ Sinh,* 500 triệu năm về trước, khí hậu dịu dần, các lục địa còn bằng phẳng và phủ đầy biển cạn. Cá sụn xuất hiện, cùng với các loài không xương sống và thực vật biển. Cây dần lên đất liền, đầu tiên là nấm và các loài cây có mạch thô sơ.

Đến *Kỷ Đêvôn,* 400-345 triệu năm về trước, cá sụn chiếm ưu thế. Cá xương xuất hiện cùng với cây có mạch.

Đến *Kỷ Carbon,* 345-280 triệu năm về trước, lưỡng cư chiếm ưu thế, bò sát ra đời. 50 triệu năm sau, khí hậu á nhiệt đới được khí hậu băng hà thay thế ở Nam bán cầu. Các dãy núi lớn hình thành ở Bắc Mỹ. Các loài thông, tùng, bách bắt đầu mọc.

Đầu *Đại Trung Sinh,* 225 triệu năm về trước, bò sát và thú phát triển dần, cùng với các rừng tùng bách.

Trong *Kỷ Jura,* bò sát khổng lồ, tùng, bách và dương xỉ chiếm ưu thế. Chim xuất hiện.

Cuối *Đại Trung Sinh,* khoảng 65 triệu năm về trước, đa số bò sát khổng lồ đã tuyệt chủng. Thú có túi ra đời , cùng với các cây có hoa đầu tiên.

Đầu *Đại Tân Sinh,* khoảng 53 triệu năm về trước, thú ăn thịt và các linh trưởng đầu tiên xuất hiện. 25 triệu năm về trước, các loài vượn nhân hình ra đời, cùng lúc với các loài thú có móng guốc và thú ở biển, như cá voi.

Đến *Kỷ Thứ Ba,* khoảng 3 triệu năm về trước, vượn - người ra đời, cùng với các loài thú ăn thịt lớn.

Sang đến *Kỷ Thứ Tư,* Trái đất trải qua 4 thời kỳ băng hà. Đa số các loài thú lớn (như voi ma mút, gấu hang...) tuyệt chủng. Loài người khôn ngoan (Homo sapiens) xuất hiện. Như vậy, nếu cuốn phim lịch sử của Trái đất được rút ngắn lại thành một ngày đêm, gồm 24 giờ, thì toàn bộ lịch sử phát sinh và tiến hoá của loài người chỉ kéo dài chưa đầy MỘT PHÚT!

II. NGUỒN GỐC LOÀI NGƯỜI

Toàn bộ loài người trên Trái đất hiện nay, không phân biệt chủng tộc, chiều cao, trọng lượng, màu da... đều chỉ thuộc một loài Homo sapiens trong bộ tộc Peimates (linh trưởng), lớp thú (hay có vú).

A. Người thuộc lớp thú

Người giống thú ở một số đặc điểm điển hình: có lông mao, đẻ con và nuôi con bằng sữa do tuyến sữa (vú) tiết ra; bộ răng phân hoá thành răng cửa, răng nanh và răng hàm.

B. Người thuộc bộ linh trưởng

Bộ linh trưởng có 2 nhóm: nhóm linh trưởng thấp và nhóm linh trưởng cao, gồm khỉ, vượn và người. Ngày nay, vượn – giống – người (gọi tắt là vượn-người) gồm một loài bé là vượn, và ba loài lớn là đười ươi, khỉ đột và tinh tinh. Vượn – người rất giống người về hình dạng và cấu tạo cơ thể, cao từ một mét rưỡi đến hai mét, nặng từ 70 đến 200 kilôgam (tuỳ loài). Vượn – người không có đuôi, và cũng có 12-13 đôi xương sườn, 5-6 đốt sống cùng, 32 răng như người (chỉ khác là kẽ răng của vượn – người thì hở, còn răng của người thì sít). Vượn- người cũng đứng trên hai chân sau, tuy lúc đi còn phải chống hai tay xuống đất.

Bộ nhiễm sắc thể của người là 46, còn của vượn – người là 48, nhưng vượn - người cũng có 4 nhóm máu như người. Kích thước và hình dáng tinh trùng, cấu tạo của nhau thai cũng giống nhau. Chu kỳ kinh cũng khoảng 30 ngày; thời gian mang thai cũng khoảng 270-275 ngày. Thời gian tiết sữa để cho con bú cũng khoảng một năm, như ở người.

Tuy nhiên, giữa vượn- người và người, vẫn có những điểm khác nhau căn bản:

Cột sống của vượn- người cong hình cung. Chúng đứng lom khom, đầu nhô tới trước, bàn tay tỳ lên mặt đất và tay dài hơn chân.

1) Cột sống người cong thành hình chữ S. Người đứng thẳng, ngực ưỡn, đầu ngẩng cao. Ngực vượn-người lép theo chiều phải trái; xương bả vai và hai tay xếp đối diện nhau. Ngực người lép theo chiều trước sau, xương bả vai và hai tay xếp ngang trên cùng một mặt phẳng. Tay người ngắn hơn chân và không phát triển bằng chân. Ngón chân người không úp vào vào các ngón khác, gót lại dài, rõ ràng đã thích nghi với chức năng làm điểm tựa vững chắc cho cơ thể đứng thẳng.

2) Não vượn- người còn bé, có ít nếp nhăn hơn bề mặt hẹp, thuỳ trán ít phát triển (não tinh tinh: 440g, 600cm³; 392cm²).

Não người lớn hơn nhiều, bề mặt cũng rộng hơn, thuỳ trán lại phát triển mạnh (1000 - 2000g, 1400-1600cm³; 1250cm²).

Bán cầu não trái của người có thêm bốn vùng ngôn ngữ: vùng cử động để nói, vùng cử động để viết, vùng nghe- hiểu tiếng nói và vùng đọc- hiểu chữ viết.

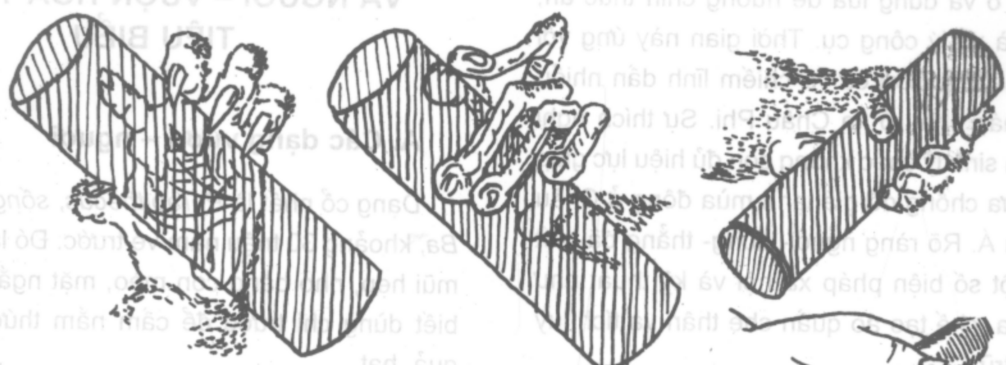
Những điểm giống nhau và khác nhau kể trên chứng tỏ người có họ hàng gần với vượn- người ngày nay, nhưng không sinh ra từ vượn – hình – người ngày nay. Cần nói rõ thêm là người hiện đại và vượn- người ngày nay *có chung một tổ tiên* là vượn người Cổ đại, nhưng mỗi loài đã tiến hoá theo một hướng riêng.

III. LƯỢC SỬ TIẾN HOÁ CỦA LOÀI NGƯỜI

Ít lĩnh vực nghiên cứu đã gây nhiều tranh luận và nhầm lẫn như lĩnh vực tìm kiếm các di tích hoá thạch của tổ tiên loài người, có khả năng đánh dấu đoạn đường dài lâu và mờ mịt từ vượn –người Cổ đại đến con người Hiện đại. Các chứng tích hóa thạch của tổ tiên loài người trước hết mang tính chất rất vụn vặt và hiếm hoi, dù có gây được chấn động lớn trong giới khoa học thì cũng chỉ là một vài mẩu xương sọ, hoặc xương hàm trên đó còn sót lại vài chiếc răng. Ta có thể tưởng tượng được những khó khăn chồng chất từ khi đó, suy luận ra kích thước bộ não, chứ đừng nói kiểu bò bốn chân hay đi thẳng đứng! Vậy mà đó là điều hiện nay khoa học vẫn phải làm.

Sở dĩ chứng tích hoá thạch của người cổ vụn vặt và hiếm hoi, trước hết là vì tổ tiên loài người vốn ở trong rừng. Độ ẩm và độ chua của đất rừng thường làm thây chết bị huỷ hoại rất chóng. Nhưng nguyên nhân chính của các nhầm lẫn là sự nôn nóng và chủ quan của các nhà nghiên cứu, cứ khăng khăng đeo đuổi tham vọng phát hiện các chứng tích "*không thể chối cãi*" được về nguồn gốc loài người. Kết quả là đã có hàng tá hoá thạch của khỉ, vượn (và của cả người Hiện đại) được chào mừng như những *"khâu còn thiếu" giữa vượn- người và người!* Ngoài ra, còn có nhiều người- vượn giống nhau được đặt tên loài (thậm chí tên giống) khác nhau cho thêm giật gân!

Vì vượn giống người, nhất là tinh tinh hiện ở Châu Phi, nên việc tìm tòi tổ tiên loài người hiện nay cũng tập trung ở Châu Phi. Tổ tiên xa xưa nhất của loài người là một nhóm vượn - người mà một vài mảnh hoá thạch đã được tìm thấy trong các lớp đất đá thời kỳ Miocene ở Châu Phi (khoảng 18 triệu năm về trước). Từ các mảnh xương vụn đó, các nhà bác học đã suy đoán rằng nhóm vượn- người này đã có dấu hiệu đi trên hai chân sau. Trong 15 triệu năm sau đó, ta chưa tìm thấy hóa thạch nào nữa về tổ tiên loài người. Hoá thạch về người- vượn tái hiện vào đầu Thế kỷ thứ ba, trong các tầng đất đá ở đầu thời kỳ Pleistocene, khoảng 3,5 triệu năm về trước, cũng tại Châu Phi. Raymond Dart đã tìm thấy hoá thạch đầu tiên của mẫu người xưa này vào năm 1924 tại Bechuanaland và đặt tên là "vượn –người phương Nam ở Châu Phi" (Australopthecus Africanus). Người- vượn cổ này có bộ răng tiêu biểu của người, với răng cửa và răng nanh bé, và đi đứng bớt lom khom hơn vượn hiện đại. Nó vẫn còn giống vượn ở các điểm: hàm to khoẻ, não không lớn hơn não vượn hiện đại mấy. Có lẽ nó sống bằng hái lượm và săn bắt, nhưng không hiểu đã biết dùng khí cụ chưa? Từ thời kỳ Miocene, nhiều khu rừng đã



Từ trái qua phải: Tree shrew; Tarsier; Macaque; Human

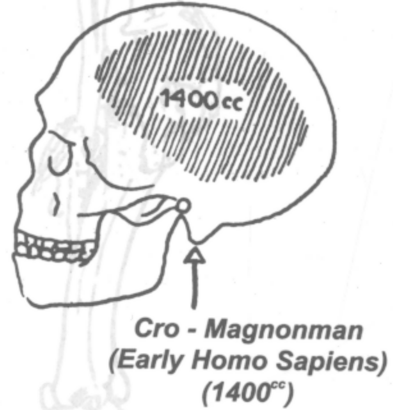
Reconstruction of Homo Erectus (970cc)

Australopithecus Africanus (550cc)



Reconstruction of Australopithecus Africanus (550cc)

500cc



Cro - Magnonman (Early Homo Sapiens) (1400cc)

biến thành bãi trống. Người vượn rừng vào giai đoạn này có lẽ đã di chuyển thành bầy trên các trảng cỏ, để tự vệ và săn mồi có hiệu quả hơn. Mặc dù hiện nay vẫn còn nhiều tranh luận về nguyên nhân dẫn tới kiểu đi trên hai chân sau, nhưng kết quả rõ ràng là sự giải phóng và tiến hóa của hai chân trước thành hai tay, để níu, bắt giữ mồi và ném đá ra xa. Chế độ ăn chuyển dần từ ăn cỏ sang ăn hỗn tạp, có cả thịt động vật, như sự "*chồng chất*" của xương động vật và xương người – vượn đi hai chân đã chứng tỏ. Ta có thể suy đoán thêm là hình thức tự vệ săn mồi tập thể với hiệu quả cao hơn, đã tạo điều kiện cho phương tiện trao đổi bằng điệu bộ và tiếng nói phát triển.

Những hoá thạch đầu tiên được xếp vào giống người (Genus Homo) được tìm thấy trong các tầng giữa của thời kỳ Pleistocene ở Châu Phi, khoảng hai triệu năm về trước. Loài người - đứng thẳng (Homo erectus) đã hoàn toàn đi đứng trên hai chân sau, ăn theo chế độ hỗn thực và biết dùng khí cụ (công cụ).

Hóa thạch của người- đứng- thẳng được tìm thấy trong các hang động, xem như nơi cư trú thường xuyên, cùng với nhiều xương động vật là thức ăn thông dụng và một số công cụ bằng đá. Nhiều hang động còn chứa củi, than, tro và xương động vật bị

thui cháy, chứng tỏ người Cổ đã chế ngự được lửa, đem về nơi ở và dùng lửa để nướng chín thức ăn, chống rét và xử lý công cụ. Thời gian này ứng với giai đoạn loài người di cư và chiếm lĩnh dần nhiều vùng đất khác nhau ở xa Châu Phi. Sự thích nghi giải phẫu và sinh lý chắc không còn đủ hiệu lực giúp người Cổ xưa chống đỡ giá lạnh mùa đông ở Châu Âu và Châu Á. Rõ ràng người- đứng- thẳng đã biết áp dụng một số biện pháp xã hội và kỹ thuật như tận dụng lửa, chế tạo áo quần che thân và tích luỹ thức ăn dự trữ...

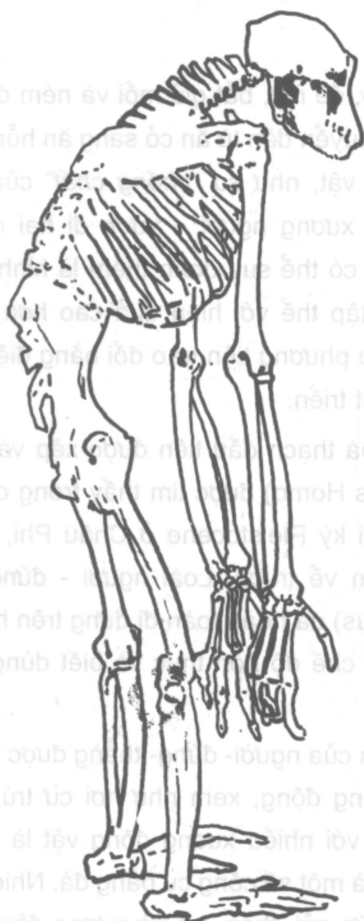
Các giải pháp để chống lạnh mùa đông ở Âu - Á đã giúp cho sự hình thành các đặc điểm của người-khôn ngoan (Homo sapiens), như thay lối sống di động bằng lối sống định cư, lối săn mồi cá thể bằng lối săn mồi tập thể. Thức ăn mùa Hạ có thể là trái cây (quả, hạt, rễ, chồi...), lúc đầu là lượm, hái về sau tiến tới trồng trọt. Săn mồi tập thể, trồng trọt và sống định cư đã tạo điều kiện phát triển cho các phương tiện thông tin liên lạc (để phối hợp hành động và trao đổi kinh nghiệm), dẫn dần tới sự hình thành ngôn ngữ, các tập tục xã hội và luật lệ vào khoảng 20.000 năm về trước.

IV. MỘT SỐ DẠNG VƯỢN - NGƯỜI VÀ NGƯỜI – VƯỢN HOÁ THẠCH TIÊU BIỂU

A. Các dạng vượn – người

Dạng cổ nhất là *Parapithecus, sống giữa Thế kỷ Ba,* khoảng 30 triệu năm về trước. Đó là một loài khỉ mũi hẹp, nhỏ bằng con mèo, mặt ngắn, sọ lớn, đã biết dùng chi trước để cầm nắm thức ăn, bóc vỏ quả, hạt...

Từ *Parapithecus,* đã phát sinh ra vượn, đười ươi ngày nay, và nhóm Driopithecus, về sau sinh ra khỉ đột, tinh tinh ngày nay và vượn - người – Nam





Australopithecus. Hoá thạch vượn – phương Nam đầu tiên được tìm thấy năm 1924 ở Nam Phi. Về sau, nhiều hóa thạch mới được tìm thấy rải rác cả ở Nam Phi và Đông Phi. Tất cả đều có những đặc điểm giống khỉ – vượn: hộp sọ nhỏ và dẹt, dung tích từ 500 đến 700 cm^3, mặt nhô tới phía trước và to lớn hơn hộp sọ, cằm lẹm...

Tuy nhiên, vượn – phương Nam đã có những đặc điểm rất giống người: thế đứng thẳng với cột sống hình chữ S; răng nanh bé; vòng cung răng hình parabol (chứ không cong thành hình chữ U như ở khỉ, vượn...)

B. Các dạng người - vượn

Một nhánh của vượn – phương Nam đã tiến hoá thành người – vượn Pithecanthropus khoảng 80 vạn năm về trước. Hoá thạch người – vượn đầu tiên do Đuyboa tìm thấy ở đảo Java (Indonesia, năm 1891), có nhiều đặc điểm tiến hoá gần với người hơn vượn – phương Nam; thể tích hộp sọ lớn hơn (khoảng 900cm3); trán bớt bẹt; gờ lông mày còn lồi; hàm dưới bớt to tuy vẫn lẹm cằm. Chiều cao trung bình của người - vượn rất khó xác định. Các chi hóa thạch đầu tiên tìm được chỉ có một chiều cao đặc biệt là 1,70 cm, giống như của người khôn ngoan hiện đại.

Trong nhóm người - vượn, còn có "*Người - vượn – Bắc Kinh* " (Sinanthropus), tìm được ở Bắc Kinh năm 1921, gồm nhiều hoá thạch có thể tích hộp sọ xung quanh 1000cm^3; chiều cao xung quanh 1m50 (có hộp sọ lớn 1200cm^3). Người – vượn được phát hiện ở vùng Nam Á, Châu Phi, và Châu Âu, nhưng làm thành một nhóm rất đồng nhất (tuy vẫn có vài khác biệt chứng tỏ những hướng tiến hoá khác biệt).

C. Các dạng người Cổ

Homo Neanderthlensis: Hoá thạch đầu tiên tìm thấy được trong thung lũng Neanderthal bên Đức. Dạng người cổ này cao khoảng 1,55m. Hộp sọ đã phát triển hơn mặt, tuy mặt vẫn còn nhô về phía trước. Trán vẫn bẹt và cằm vẫn lẹm, gờ lông mày còn lồi. Song thể tích não đã lớn, trung bình 1450cm^3, có trường hợp 1600cm^3, tương tự như não người hiện đại. Họ sống thành đàn 50-100 người, chủ yếu trong các hang động. Hoá thạch dạng người cổ này được tìm thấy ở nhiều địa điểm của Châu Âu, Châu Á và Châu Phi. Công cụ là những mảnh đá đẽo có cạnh sắc, dùng làm dao, rìu nhọn mũi...

D. Các dạng người khôn ngoan hoá thạch (Homo sapiens fossilis)

Tiêu biểu nhất là dạng người Cro Magnon (Grô Manhon) lần đầu tiên tìm thấy ở Pháp năm 1868. Đa số hoá thạch cao hơn 1,80m và có hộp sọ rất giống của người hiện nay (trán cao, cằm không lẹm, mặt không nhô tới trước), lại có vài đặc điểm của người da đen hiện nay (tay dài so với chân, môi dày và nhô tới trước...). Hoá thạch của người Cro Magnon đã được tìm thấy ở Tây Âu và Bắc Phi.

Người Cro Magnon sống cách đây 3-5 vạn năm, đã biết sử dụng nhiều công cụ tinh xảo bằng đá, xương, sừng, như lưỡi rìu có lỗ để tra cán, lao có ngạnh, kim khâu, móc câu bằng xương... Trong các hang động của họ có nhiều tranh vẽ mô tả các quá trình sản xuất và cả những cảnh tôn giáo. Người Cro Magnon kết thúc *thời đại đồ đá cũ*. Sau đó là *thời đại đồ đá giữa* (1,5 – 2 vạn năm về trước) rồi *thời đại đồ đá mới* (7 – 10 nghìn năm về trước). Từ *thời đại đồ đá giữa*, quan hệ thị tộc được thay dần bằng chế độ Công xã nguyên thuỷ. Tiếp đó là thời đại đồ đồng, rồi thời đại đồ sắt...

V – CÁC NHÂN TỐ CHI PHỐI SỰ HÌNH THÀNH CỦA LOÀI NGƯỜI

Có 2 cách nhìn vấn đề:

A. Theo Darwin (1871), quá trình phát sinh loài người cũng được chi phối bởi các nhân tố tiến hoá của các loài thực vật và động vật nói chung, qua đấu tranh sinh tồn và chọn lọc tự nhiên.

Sự chuyển từ lối sống leo trèo, hái lượm trên cây sang lối sống đi đứng trên đất bằng đã tạo điều kiện cho 4 chi phân hoá thành 2 chân (giữ nhiệm vụ chủ yếu là nâng đỡ cơ thể khi đứng, đi) và 2 tay (giữ nhiệm vụ chủ yếu là nắm bắt và cầm giữ mồi, công cụ). Tay giải phóng đôi hàm khỏi nhiệm vụ đớp, giữ và tha mồi (cũng như tha con). Sự phức tạp hoá và chính xác hoá lao động bằng tay làm não phát triển mạnh. Mặt khác, miệng không phải giữ và tha mồi nữa, thì mặt cũng ngắn lại và đỡ kéo đầu gục xuống. Cơ nâng mặt, vốn chạy từ gờ trên của hốc mắt đến các xương cổ và *"niềng chặt"* vòm sọ, ngăn cản sự phát triển của não trước đây, nay không cần

thiết nữa nên thoái hoá dần, tạo điều kiện cho não phát triển dễ dàng hơn.

Đồng thời, do nhu cầu trao đổi kinh nghiệm, phối hợp hành động trong đời sống và lao động tập thể để săn mồi, hái lượm trái cây nên hình thức liên lạc bằng tiếng nói đã củng cố và phát triển làm xuất hiện những vùng phụ trách ngôn ngữ trên não, khiến não càng phát triển hơn. Như vậy, tác động phối hợp của thể đứng thẳng, sự giải phóng đôi tay, dẫn tới lao động ngày càng phức tạp bằng tay cũng như lối sống và lao động tập thể tạo nhu cầu trao đổi bằng lời nói đã góp phần tăng cường phát triển bộ não người.

B – Theo cách nhìn khác, thì các nhân tố quyết định trước tiên là sự đột biến chất di truyền. Con người có bộ nhiễm sắc thể 2n = 46 trong khi loài tinh tinh, họ hàng gần gũi nhất của người, có bộ nhiễm sắc thể 2n = 48.

Khi so sánh hình thái các nhiễm sắc thể thì thấy có 13 đôi nhiễm sắc thể rất giống nhau giữa người và tinh tinh.

Những đôi còn lại cũng rất giống nhau ở một số đoạn. Sự khác nhau giữa 2 con số 24 đôi và 23 đôi nhiễm sắc thể có lẽ là ở chỗ một cặp nhiễm sắc thể của người (cặp số 2) là sự kết hợp giữa 2 cặp nhiễm sắc thể tương đương ở tinh tinh.

Có xu hướng cho rằng chính các biến đổi đó trong bộ nhiễm sắc thể của vượn – người đã dẫn đến sự hình thành và tiến hoá của vượn – người cổ xưa thành người – vượn và cuối cùng thành người khôn ngoan ngày nay.

GS. **LÊ QUANG LONG**

D - NHỮNG THÀNH TỰU KHOA HỌC CỦA LOÀI NGƯỜI VÀ DỰ BÁO TRONG TƯƠNG LAI

Lược sử các phát minh

Năm	Phát minh và tác giả
	Trước C.N.
500.000	Phát minh ngọn lửa.
8000	Đồ gốm – Dệt thô sơ.
5000	Đòn bẩy – Mặt phẳng nghiêng.
3000	Bánh xe – Buồm.
105	Giấy.
	Thế kỷ XIII – XVIII
1200	La bàn đi biển.
1300	Súng, đạn.
1455	Dùng chữ đúc kim loại trong nghề in (Johannes Gutenberg).
1543	Thuyết nhật tâm về cấu tạo Vũ trụ (Nicolas Copernicus).
1590	Kính hiển vi.
1610	Quan sát bầu trời bằng kính thiên văn (Galileo Galitée).
1643	Định luật áp suất khí quyển (Toricelli).
1665	Định luật vạn vật hấp dẫn (Newton).
1704	Máy dệt cơ khí.
1769	Hoá học hiện đại (Lavoisier).
1781	Máy hơi nước (James Watt).
1799	Pin điện (Volta).
	Thế kỷ XIX
1804	Đầu máy xe lửa.
1807	Tàu thuỷ.
1827	Tua – bin nước.
1830	Máy khâu.
1835	Máy điện báo đầu tiên (S.Morse).
1838	Máy ảnh.
1844	Điện tín.
1856	Thuốc nhuộm tổng hợp.
1860	Máy làm lạnh.
1863	Động cơ đốt trong.
1867	Bê - tông cốt sắt.
1868	Chất dẻo.
1869	Bảng nguyên tố tuần hoàn (Mendeleev).
1871	Động cơ điện (Gramme), Máy điện báo ghi băng (T.Edison).
1873	Máy đánh chữ.
1878	Điện thoại .
1879	Bóng đèn điện (Edison).
1882	Máy phát điện xoay chiều.
1884	Nhà máy điện đầu tiên (Edison).
1885	Xe hơi.
1890	Tua – bin hơi nước.
1895	Điện ảnh. Tia X Roentgen.
1896	Phóng xạ thiên nhiên (Becquerel); Vô tuyến điện (Popov); Hệ thống thông tin vô tuyến (Marconi).
1899	Tàu ngầm.

Năm	Phát minh và tác giả
	Thế kỷ XX
1990	Điện thoại công cộng đầu tiên (Nhật).
1992	Pierce và Marie (vợ người Ba Lan) đã tinh chế được chất phóng xạ radium.
1903	Hai anh em Wright (người Anh) sáng chế ra động cơ máy bay và bay thử.
1905	A.Einstein (người Đức, gốc Do Thái) đã phát minh ra lý thuyết tương đối.
1907	Hai anh em Lumiero (người Pháp) sáng chế ra ảnh màu.
1908	Các trạm điện thoại công cộng (Anh).
1911	R.Amundsen (Na Uy) đặt chân đến Nam cực.
1913	N.Bohr (người Đan Mạch) tìm ra cấu tạo của nguyên tử.
1915	Funke chế tạo ra máy bay bằng kim loại đầu tiên.
1918	Hệ thống điện thoại tải ba (Bell Telephon).
1923	W.K.Dorukin sáng chế ra màn hình vô tuyến.
1925	Vô tuyến truyền hình.
1927	Xây dựng được tuyến điện thoại vượt Đại Tây Dương.
1932	Máy gia tốc (Lawrence).
1934	Các chất đồng vị phóng xạ Frederic Joliot và Iréne Curie.
1935	Radar.
1936	Máy bay lên thẳng.
1938	Phát minh phản ứng dây chuyền phá vỡ hạt nhân Uranium của Otto Hanh.
1939	P.Mintơ (người Đức) tìm ra thuốc trừ sâu ĐĐT.
1940	A. Fleming (người Anh) tìm ra thuốc kháng sinh Peniciline.
1942	Lò phản ứng nguyên tử (Enrico Fermi).
1946	Máy tính điện tử đầu tiên ra đời tại Mỹ, dịch vụ điện thoại di động (Mỹ).
1948	Transistor (Bardeen, Brattain, Shockley).
1953	Tìm ra phân tử AND đóng vai trò quan trọng trong di truyền.
1954	Nhà máy điện nguyên tử.
1957	Vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái đất; tầu phá bằng nguyên tử, nguyên lý Laser (Basov, Prokhorov, Townes); Bắt đầu dịch vụ thông tin truyền số liệu (Mỹ).
1960	Phát minh lazer (Theodore Maiman).
1961	Con người bay vào Vũ trụ (Gagarin).
1964	Truyền hình qua vệ tinh nhân tạo.
1965	Dùng mạch tổ hợp cho máy tính điện tử.
1967	C.Barnard (người Nam Phi) ghép tim đầu tiên.
	Pulsar, một loại sao hầu như được cấu tạo toàn bộ bằng nơtrôn (Hewish).
1968	Con người đầu tiên lên Mặt trăng.
1969	Xây dựng trạm quỹ đạo không gian đầu tiên (Liên Xô) – Phát
1971	minh ra (Microprocessor).
1972	Tổng hợp gen.
	Trạm tự động đổ bộ nhẹ nhàng xuống Sao Hoả. Chụp ảnh bề mặt Sao Hoả và truyền về Trái đất.

Năm	Phát minh và tác giả
1979	Phát hiện ra bệnh AIDS.
1981	Chuyến bay đầu tiên của tàu con thoi Vũ trụ Columbia.
1988	Hệ thống cáp quang ngầm đáy biển.
1990	- Dịch vụ truyền số liệu qua vệ tinh. - Kính viễn vọng lớn nhất Thế giới tên là Kekc đường kính 10 mét đặt trên mỏm núi (Mauna Kea) cao 4200 m ở Quần đảo Hawai (Mỹ). - Máy gia tốc lớn nhất Thế giới 2000 tỷ êlêctrôn vôn ở Fermilab, Chicago (Mỹ). - Kính viễn vọng Vũ trụ Hubble được đưa lên quỹ đạo.
1993	Đường ngầm dưới biển nối liền Anh và Pháp đã xây dựng xong và đưa vào hoạt động.
1994	Máy tính điện tử sinh học (dựa trên cơ sở cấu tạo của bộ óc con người) ra đời.
1995	Trạm tự động Galileo sau một cuộc hành trình kéo dài 6 năm đã đến bầu khí quyển Sao Mộc (Jupiter).
1997	Trạm tự động Mars Paeafinder hạ nhẹ nhàng xuống bề mặt Sao Hoả đem theo đội xe tự hành Sojourner nặng 10 kg thám hiểm bề mặt Sao Hoả.
1999	Bắt đầu xây dựng trạm Vũ trụ Quốc tế ISS việc phóng môđun quỹ đạo "Bình Minh" của Nga.
2001	Kính viễn vọng quang học lớn nhất Thế giới VLT (Very Large Telescope) bắt đầu hoạt động ở đài thiên văn Paranal của Cộng đồng Châu Âu đặt tại Chilê.
2003	Chuyến "du lịch Vũ trụ" đầu tiên của nhà tỉ phú Mỹ Dennis Tito thực hiện với giá 20 triệu USD. Mỹ đặt hai xe tự hành Destiny và Opportunity mỗi cái nặng 173 kg đi lại trên bề mặt Sao Hoả.

Năm	Phát minh và tác giả
2005	Trạm tự động Cassini bay quanh Sao Thổ (Saturne) và thả môđun Huyghens xuống vệ tinh Tităng lớn nhất của Sao Thổ. Đây là chuyến bay dài ngày nhất (7năm) của một trạm tự động nặng nhất (6 tấn) lên một hành tinh ở xa nhất (1,2 tỷ km) và tốn kém nhất (3,3 tỷ USD).
	Dự báo trong năm tới
2007	Chữa được bệnh AIDS Đề phòng di căn của ung thư. Rệp có khả năng trữ 100.000 Mbit. Tái sinh rừng sau những trận mưa Axid . Chữa khỏi bệnh xơ vữa động mạch.
2008	Khái niệm máy tính từ những tế bào sống. Cấy cơ quan nội tạng của con người. Bịt lỗ thủng Ozone dựa vào những máy phóng phân tử do máy bay đưa lên.
2009	Ghép những gen lạ vào nhiễm sắc thể con người. Trồng cây trên đất mặn và sa mạc. Xây dựng thành phố nổi trên mặt biển.
2010	Tự tạo những văn kiện bằng máy tính.
2011	Chữa khỏi bệnh Alzheimer.
2012	Mắc nối những sinh vật và những máy tính.
2013	Chữa được tất cả những dạng của ung thư. Robot hình người có tay và chân; làm ngừng sự tử vong của tế bào não.
2015	Lập một khu vực người ở trên Mặt trăng. Sử dụng các lò phản ứng hạt nhân gọn trong công nghiệp.
2016	Chuyển hiện tượng đau thành cảm giác dễ chịu; Du lịch Vũ trụ.
2017	Siêu dẫn ở nhiệt độ bình thường. Phát triển một óc nhân tạo với 10.000 tế bào.
2019	Chế tạo ra mắt nhân tạo.
2020	Chữa khỏi bệnh tâm thần phân lập.
	GS. - TSKH. **ĐINH NGỌC LÂN**

I. NHỮNG NGƯỜI ĐƯỢC GIẢI NOBEL VỀ VẬT LÝ 1901-2005

1901 *Wilhelm K.Roentgen* (1845-1923), Đức : Khám phá ra tia X

1902 *Hendrik Antoon Lorentz* (1853-1928), Hà Lan và *Pieter Zeeman* (1865-1943), Hà Lan: Nghiên cứu về ảnh hưởng của từ trường đến bức xạ.

1903 *A.Henri Becquerel* (1852-1908), Pháp; *Pierre Curie* (1859-1906), Pháp; *Marie Curie* (1867-1934), Pháp: Tìm ra hiện tượng phóng xạ tự nhiên.

1904 *John William L.Strutt Lord Rayleigh* (1842-1919), Anh: Khám phá ra Argon.

1905 *Philipp Lenard* (1862-1947), Đức: Nghiên cứu tia âm cực (catốt).

1906 *Sir Joseph John Thomson* (1856-1940), Anh: Nghiên cứu về sự dẫn điện trong chất khí.

1907 *Albert Abraham Michelson* (1852-1931), Mỹ: Nghiên cứu về quang phổ và đo lường học.

1908 *Gabriel Lippmann* (1845-1921), Pháp: Chụp ảnh màu.

1909 *Guglielmo Marconi* (1874-1937), Italia; *Karl Ferdinand Braun* (1850-1918), Đức: Phát triển điện báo vô tuyến.

1910 *J.Van der Waals* (1837-1923), Hà Lan: Nghiên cứu về phương trình trạng thái của các chất khí và chất lỏng.

1911 *Wilhelm Wien* (1864-1928), Đức: Khám phá ra các định luật về bức xạ nhiệt.

1912 *Gustaf Dalén* (1869-1937), Thuỵ Điển: Phát minh ra máy điều chỉnh tự động dùng cho đèn hải đăng và các pháo sáng.

1913 *Heike Kamerlingh Onnes* (1853-1926), Hà Lan: Nghiên cứu các tính chất của vật chất ở nhiệt độ thấp chế tạo được Hêli lỏng.

1914 *Max von Laue* (1879-1960), Đức: Khám phá ra sự nhiễu xạ của tia X bởi các tinh thể.

1915 *Sir William Henry Bragg* (1862- 1942), Anh; *Sir William Lawrence Bragg* (1890-1971), Anh: Phân tích cấu trúc của tinh thể bằng tia X.

1916 Không có giải.

1917 *Charles Glover Barkla* (1877-1944), Anh: Khám phá ra bức xạ X đặc trưng của các nguyên tố.

1918 *Max Planck* (1858-1947), Đức: Khám phá ra lượng tử nguyên tố.

1919 *Johannes Stark* (1874-1957), Đức: Khám phá ra hiệu ứng Doppler trong các tia iôn dương và sự tách các phổ trong điện trường.

1920 *Charles Edouard Guillaume* (1861-1938), Thuỵ Sĩ: Khám phá ra những dị thường trong các hợp kim.

1921 *Albert Einstein* (1879-1955), Thuỵ Sĩ (gốc Do Thái): Phát triển vật lý lý thuyết; đặc biệt đã khám phá ra định luật về hiệu ứng quang điện.

1922 *Noels Bohr* (1885-1962), Đan Mạch: Nghiên cứu về cấu trúc nguyên tử và bức xạ.

1923 *Robert Andrews Millikan* (1868-1953), Mỹ: Công trình về điện tích nguyên tố và hiệu ứng quang điện.

1924 *Karl Manne G.Siegbahn* (1886-1978), Thuỵ Điển: Công trình phổ học tia X.

1925 *James Franck* (1882-1964), Đức; *Gustav Hertz* (1887-1975), Đức: Khám phá ra các định luật về va chạm của elêctron với nguyên tử.

1926 *Jean Perrin* (1870-1942), Pháp: Công trình về cấu trúc gián đoạn của vật chất.

1927 *Arthur Holly Compton* (1892-1962), Mỹ: Khám phá ra sự thay đổi của bước sóng trong các tia khuếch tán.

Charles Thomson Rees Wilson (1869-1959), Anh: Đưa ra phương pháp cho phép nhìn thấy đường đi của các hạt mang điện.

1928 *Sir Owen Williams Richardson* (1879-1959), Anh: Khám phá ra định luật Richardson.

1929 *Louis Victor de Broglie* (1892-1987), Pháp: Khám phá ra bản chất sóng của êlêctrôn.

1930 *Sir Chandrasekhara Venkata Raman* (1888-1970), Ấn Độ: Công trình về sự khuếch tán ánh sáng; khám phá ra hiệu ứng Raman.

1931 Không có giải thưởng.

1932 *Werner Heisenberg* (1901-1976), Đức: Phát biểu nguyên lý bất định của cơ học lượng tử.

1933 *Erwin Schrodinger* (1887-1961), Áo; *Paul Dirac* (1902-1984), Anh: Xây dựng phương trình sóng trong cơ học lượng tử.

1934 Không có giải.

1935 *Sir James Chadwick* (1891-1974), Anh: Khám phá ra nơtrôn.

1936 *Victor Franz Hess* (1883-1964), Áo: Khám phá ra tia Vũ trụ.

Carl David Anderson (1905-?), Mỹ: Khám phá ra Pôditrôn.

1937 *Clinton Joseph Davisson* (1881-1958), Mỹ; *Sir George Paget Thomson* (1892-1975), Anh: Khám phá ra "*diffraction of electrons by crystals*".

1938 *Enrico Fermi* (1901 – 1954), Italia: Những công trình về vật lý hạt nhân.

1939 *Ernest Orlando Lawrence* (1901 –1958), Mỹ: Phát minh ra máy gia tốc Cyclotron.

1940 – 1942 Không có giải.

1943 *Otto Stern* (1888 – 1969), Mỹ: Đóng góp vào sự phát triển phương pháp bức xạ phân tử và khám phá ra mômen từ của prôtôn.

1944 *Isaac Isidor Rabi* (1898 – 1988), Mỹ: Đưa ra phương pháp cộng hưởng để ghi các tính chất từ của hạt nhân nguyên tử.

1945 *Wolfgang Pauli* (1900 – 1958), Áo: Khám phá ra nguyên lý loại trừ, cũng gọi là "*nguyên lý Pauli*".

1946 *Percy Williams Bridgman* (1882 – 1961), Mỹ: Phát minh trong lĩnh vực vật lý áp suất cao.

1947 *Sir Edward Victor Appleton* (1892 – 1965), Anh: Phát minh lớp Appleco trong thượng tầng khí quyển.

1948 *Patrick Marynard Stuart Blackett* (1897 – 1974), Anh: Cải tiến việc sử dụng buồng Wilson, có những khám phá trong lĩnh vực vật lý hạt nhân và tia Vũ trụ.

1949 *Yukawa Hideki* (1907 – 1981), Nhật: Đã tiên đoán sự tồn tại của các mêdôn từ các công trình lý thuyết của bản thân về các lực hạt nhân.

1950 *Cecil Frank Powell* (1903 – 1969), Anh: Phát triển việc sử dụng phương pháp chụp ảnh trong nghiên cứu các quá trình hạt nhân và đã có những khám phá về các Mesons (mêdôn).

1951 *Sir John Douglas Crockcroft* (1897 – 1967), Anh: *Ernest Thomas Sinton Walton* (1903 -), Ireland: Làm biến đổi các hạt nhân nguyên tử bằng những hạt được gia tốc một cách nhân tạo.

1952 *Felix Bloch* (1905 – 1983), Mỹ: *Edward Mills Purcell* (1912 -), Mỹ: Phát hiện cộng hưởng từ hạt nhân trong vật rắn.

1953 *Fritz Zernike* (1888 – 1966), Hà Lan: Đưa ra phương pháp phản pha và phát minh ra kính hiển vi phản pha.

1954 *Max Born* (1882 – 1970), Anh: Có những công trình cơ bản về cơ học lượng tử và đưa ra cách giải thích xác suất của hàm sóng. *Walther Bothe* (1891 – 1959), CHLB Đức: Đưa ra phương pháp trùng phùng và có những khám phá nhờ phương pháp này.

1955 *Willis Eugene Lamb Jr.* (1913 -), Mỹ: Khám phá ra phổ của Hyđrô. *Polykarp Kusch* (1911 -), Mỹ: Xác định chính xác mômen từ của êlectrôn.

1956 *William Bradford Shockley* (1910 -), Mỹ; *John Bardeen* (1908 -), Mỹ; *Walter Houser Brattain* (1902 – 1987), Mỹ: Nghiên cứu về các chất bán dẫn và khám phá ra hiệu ứng transistor.

1957 *Tsung – Dao Lee* (1926 -), Trung Quốc; *Chen – Ning Yang* (1922 -), Trung Quốc: Khám phá ra sự vi phạm tính chẵn lẻ.

1958 *Pavel Alexeievitch Tcherenkov* (1904 -), Liên Xô; *Ilya Makhailovitch Frank* (1908 -), Liên Xô; *Igor Evguenievitch Tamm* (1895 – 1971), Liên Xô: Khám phá ra và giải thích hiệu ứng Tcherenkov.

1959 *Emilio Segre* (1905 – 1989), Mỹ: *Owen Chamberlain* (1920 -), Mỹ: Khám phá ra phản prôtôn.

1960 *Donal A. Glaser* (1926 -), Mỹ: Phát minh ra buồng bọt.

1961 *Robert Hofstadter* (1915 -), Mỹ: Xác định hình thù và kích thước của nuclôn. *Rudòlf Mossbauer* (1929 -), CHLB Đức: Phát minh ra hiệu ứng Mossbauer.

1962 *Lev Dovidovitch Landau* (1908 – 1968), Liên Xô: Những lý thuyết khởi đầu về vật chất ngưng tụ, đặc biệt về Hêli lỏng.

1963 *Eugene Paul Wigner* (1902 -), Mỹ: Phát minh nguyên lý về tương tác giữa các prôtôn và nơtrôn trong hạt nhân nguyên tử. *Maria Goeppert – Mayer* (1906 – 1972), Mỹ; Hans Daniel Jensen

(1907 – 1973), CHLB Đức: Xây dựng lý thuyết về cấu trúc lớp của các hạt nhân nguyên tử.

1964 *Charles Hard Townes* (1915 -), Mỹ; *Nikolai Gennadievitch Basov* (1922 -), Liên Xô; *Aleksandr Mikhailovitch Prochorov* (1916 -), Liên Xô: Công trình nghiên cứu về cơ học lượng tử dẫn đến việc chế tạo ra made và lazer.

1965 *Richard Phillips Feynman* (1918 – 1988), Mỹ; *Seymour Schwinger* (1918 -), Mỹ; *Tomonaga Schinichiro* (1906 – 1979), Nhật: Phát minh nguyên lý cơ bản của điện động lực học lượng tử.

1966 *Alfred Henri Frédéric Kastler* (1902 – 1984), Pháp: Các công trình về bơm quang học.

1967 *Hans Albrecht Bethe* (1906 -), Mỹ: Đóng góp vào lý thuyết phản ứng hạt nhân, có những khám phá về sự sản sinh năng lượng của các sao.

1968 *Luis Walter Alvarez* (1911 – 1988), Mỹ: Có những đóng góp có tính chất quyết định cho vật lý hạt cơ bản: Khám phá ra các trạng thái cộng hưởng do phát triển kỹ thuật buồng bọt kết hợp với phân tích bằng máy các vết ghi được.

1969 *Murray Gell – Mann* (1929 -), Mỹ: Đã giả định sự tồn tại của các hạt quark (các thành phần cấu tạo cơ bản của các hạt) trong khuôn khổ lý thuyết đối xứng uinita do ông xây dựng.

1970 *Hannes Alfvén* (1908 -), Thụy Điển: Có những nghiên cứu về plasma.*Louis Noel* (1904 -), Pháp: Các công trình về từ tính (các lý thuyết sắt từ và phản sắt từ).

1971 *Dennis Gabor* (1900 – 1979), Anh: Phát minh và phát triển phép toàn ảnh.

1972 *John Bardeen* (1908 – 1979), Mỹ; *Leon N.Cooper* (1930 -), Mỹ; *John Robert Schrieffer* (1931 -), Mỹ: Các công trình về hiện tượng siêu dẫn.

1973 *Leo Esaki* (1925 -), Nhật: Khám phá ra hiệu ứng chui hầm trong các chất bán dẫn. *Ivar Giaever* (1929 -), Mỹ: Khám phá ra hiệu ứng chui hầm trong các chất siêu dẫn. *Brian D.Josephson* (1940 -), Anh: Đưa ra những tiên đoán lý thuyết về các tính chất của một dòng siêu dẫn chạy qua một rào theo hiệu ứng chui hầm.

1974 *Sir Martin Ryle* (1918 – 1984), Anh; *Antony Hewish* (1924 -), Anh: Có các công trình về thiên văn vật lý và khám phá ra các Pulsars.

1975 *Aage N.Bobr* (1922 -), Đan Mạch; *Benjamin Mottelson* (1926 -), Đan Mạch; *James Rainwater* (1917 – 1986), Mỹ: Các công trình về cấu trúc hạt nhân nguyên tử.

1976 *Burton Richter* (1931 -), Mỹ; *Samuel C.C. Ting* (1936 -), Mỹ: Khám phá ra mêdôn.

1977 *Phillip W.Anderson* (1923 -), Mỹ; *Sir Nevill F.Mott* (1905 -), Anh; *John Hasbrouek Van Vleck* (1899 – 1980), Mỹ: Có những đóng góp vào sự hiểu biết về diễn biến của êlectrôn trong các chất rắn từ không tinh thể. *Amo A.Penzias* và *Robert W.Wilson* (Mỹ).

1978 *Piotr Leonidovitch Kapitsa* (1894 – 1984), Liên Xô: Nghiên cứu về nhiệt độ thấp.

1979 *Sheldon L.Glashow* (1932 -), Mỹ; *Abdus Salam* (1926 -), Pakistan; *Steven Weinberg* (1933 -), Mỹ: Các công trình về tương tác của các hạt cơ bản.

1980 *James Watson Cronin* (1921 -), Mỹ; *Val Logsdon Fitch* (1923 -), Mỹ: Khám phá ra sự vi phạm các nguyên lý cơ bản của đối xứng trong phân rã của các mêdôn K trung hòa.

1981 *Kai M.Siegbahn* (1918 -), Thụy Điển: Phân tích hoá học bằng phổ êbêtron. *Nicolaas Bloembergen* (1920 -), Mỹ; *Arthun L.Schawlow* (1921 -), Mỹ: Ứng dụng lazer trong quang phổ.

1982 *Kenneth Geddes, Wilson* (1936 -), Mỹ: Phân tích sự chuyển pha liên tục.

1983 *Subrahmanyan Chandrasekhar* (1910 -), Mỹ: Cống hiến cho sự hiểu biết về quá trình tiến hoá của các sao.

William A.Fowler (1911 -), Mỹ;

1984 *Carlo Rubbia* (1934 -), Italia; *Simon van der Meer* (1926 -), Hà Lan: Đã khám phá ra các bôdôn yếu.

1985 *Klaus von Klitzing* (1943 -), CHLB Đức: Đã phát minh ra hiệu ứng Hall lượng tứ trong vật lý chất rắn.

1986 *Ernest Ruska* (1906 –), Đức; *Heinrich Rohrer* (1933 -), Thụy Sĩ; *Gerd Binnig* (1939 -): Phát minh ra kính hiển vi điện tử và chế tạo được kính hiển vi hiệu ứng chịu hầm.

1987 *Johannes G.Bednorz* (1950 -), Đức; *Karl A.Muller* (1972 -), Thụy Sĩ: Phát minh ra hiện tượng siêu dẫn.

1988 *Leon Lederman* (1922 -), Mỹ; *Melvin Schwartz* (1932 -), Mỹ; *Jack Steinberger* (1921 -), Mỹ: Phát minh ra chùm nơtrinô và chứng minh cấu trúc kép của các leptôn nhờ khám phá ra nơtrinô muyôn.

1989 *Hans G.Dehmelt* (1922 -), Mỹ; *Wolfgang Paul* (1913 -), Đức; *Norman F.Ramsey* (1915 -), Mỹ: Phát minh ra phương pháp trường dao động tách biệt và kỹ thuật bẫy iôn, cho phép tiến hành các phép đo vật lý cực chính xác.

1990 *Jerome I.Friedman* (1930 -), Mỹ; Tiến sĩ *Henry W.Kendall* (1926 -), Mỹ; Tiến sĩ *Richard E.Taylor* (1929 -), Canada: Phát minh về sự tồn tại của các hạt quark trong prôtôn.

1991 Tiến sĩ *Pierre – Gilles de Gennes* (1932 -), Pháp: Phát minh ra bản chất và cấu trúc của các tinh thể lỏng và hợp chất pôlime.

1992 Tiến sĩ *Georges Charpak* (1924 –), Pháp: Phát minh ra buồng tỷ lệ nhiều sợi dùng cho các nghiên cứu về vật lý hạt, cơ bản.

1993 *Russell Hulsé* (1950 -) người Mỹ; *Joxph Taylor Jr.* (1941 -) người Mỹ: Khám phá ra một loại Pulsars đã mở ra những khả năng mới cho nghiên cứu về hiện tượng hấp dẫn.

1994 *Bertram Brockhouse* (1918 -), Canada; *Clifford Shull* (1915 -), Mỹ: Phân tích bằng nhiễu xạ phổ nơtrôn.

1995 *Martin Perl* (1927), Mỹ; *Frederich Reines* (1918), Mỹ: Tìm ra hạt cơ bản **"tau"**.

1996 *Douglas Osheroff, David M.Lec, Robert Richardson*, Mỹ: Tính siêu lỏng của Hêli-3.

1997 *Steven Chu*, người Mỹ gốc Hoa; *Cohen Tannoudgi*, Pháp; *William Philipps*, Mỹ: Làm lạnh nguyên tử bằng tia Laze.

1998 *Horst Stormer* (Đức), *Robert B.Laughlin* (Mỹ) và *Daniel C.Jsui* (người Mỹ gốc Hoa): Phát hiện một dạng mới của chất lỏng lượng tử với kích thích tích điện phân số.

1999 *Martinus Veltman* (Hà Lan) và *Gerardus' T.Hooft* (Hà Lan): Làm rõ cấu trúc lượng tử của sự tương tác điện yếu trong vật lý học.

2000 *Zhores S.Alferov* (Nga) và *Herbert Kroemer* (Đức): Phát triển cấu trúc hỗn tạp của bán dẫn sử dụng trong điện tử cao tốc và quang điện tử. *Fack S.Kilby* (Mỹ): góp phần phát minh ra mạch tổ hợp.

2001 *Eric S|A.Cornell* (Mỹ), *Carl E.Wieman* (Mỹ), *Wolgang Ketterle* (Đức): Khám phá ra một trạng thái mới của vật chất gọi là "*chất cô đặc Bose-Einstein*".

2002 *Raymond David Jr* (Mỹ); *Masatoshi Kashiba* (Nhật): Phát hiện các hạt Nơtrino Vũ trụ; *Ricardo Giacconi* (Mỹ): Khám phá ra các nguồn tia X Vũ trụ.

2003 *Alexei A.Abrikosov* (Mỹ gốc Nga), *Vitali L.Gilzburg* (Nga), *Anthomy J.Leggett* (Mỹ gốc Anh): Phát hiện các lý thuyết về siêu dẫn và siêu lỏng.

2004 *David J.Gross* (Mỹ), *David Politzer* (Mỹ), *Frank Wilczek* (Mỹ): Công trình phát hiện và khảo sát lực mạnh và hạt Quark.

2005 *Roy J.Glauber* (Mỹ), *John L.Hall* (Mỹ), *Theodor W.Hansch* (Đức): Nghiên cứu phát triển của quang phổ học chính xác dựa trên laze và lý thuyết lượng tử.

II. NHỮNG NGƯỜI ĐƯỢC GIẢI THƯỞNG NOBEL VỀ HOÁ HỌC

1901 *J.H.Van't Hoff* (1852 - 1911), Hà Lan: Khám phá ra các định luật về động hóa học và áp suất thẩm thấu trong dung dịch.

1902 *E.Hermann Fischer* (1852 - 1919), Đức: Tổng hợp đường và purin.

1903 *S.A.Arrhenius* (1859 - 1927), Thuỵ Điển: Lý thuyết điện ly.

1904 *Sir William Ramsay* (1852 - 1916), Anh: Phát minh các chất khí trong không khí và xác định vị trí của chúng trong hệ thống tuần hoàn.

1905 *A.Von Baeyer* (1835 – 1917), Đức: Các công trình về thuốc nhuộm và hợp chất vòng no.

1906 *H.Moissan* (1852 – 1907), Pháp: Nghiên cứu tách Flo và thiết kế - ứng dụng lò điện mang tên ông.

1907 *E.Buchner* (1860 – 1917), Đức: Nghiên cứu sinh hoá và phát minh sự lên men không tế bào.

1908 *Sir E.Lord E.Rutherford* (1871 – 1937), Anh: Nghiên cứu sự phân rã các nguyên tố và hoá học các chất phóng xạ.

1909 *W.Ostwald* (1853 – 1932), Đức: Các công trình về xúc tác và nghiên cứu điều kiện cân bằng hoá học và tốc độ các phản ứng hoá học.

1910 *O.Wallach* (1847 – 1931),Đức: Đóng góp vào sự phát triển hoá học hữu cơ và công nghiệp hoá chất cũng như các công trình đặt nền móng cho hợp chất vòng no.

1911 *Maria Sklodowskaia Curie* (1867 – 1934), Ba Lan: Phát minh ra radi và poloni, xác định tính chất của radi và tách nó dưới dạng kim loại.

1912 *Victor Grignard* (1871 – 1935), Pháp: Phát minh ra thuốc thử mang tên ông. *P.Sabatier* (1854 – 1941), Pháp: Phương pháp Hydro hoá các hợp chất hữu cơ.

1913 *A.Werner* (1866 – 1919), Thụy Sĩ: Các công trình nghiên cứu liên kết của các nguyên tử trong phân tử.

1914 *T.W.Richards* (1868 – 1928), Mỹ: Xác định chính xác trọng lượng nguyên tử của nhiều nguyên tố.

1915 *R.Willstatter* (1872 – 1942), Đức: Nghiên cứu chất màu có nguồn gốc thực vật chủ yếu là Chlorophyll (Clorophyl).

1916 – 1917 *Không trao giải.*

1918 *F.Haber* (1868 – 1934), Đức: Tổng hợp Amoniac từ các nguyên tố.

1919 *Không trao giải.*

1920 *W.Hermann Nernst* (1864 – 1941), Đức: Các công trình về nhiệt hoá học.

1921 *Sir F.Soddy* (1877 – 1956), Anh: Nghiên cứu hoá học phóng xạ và các quá trình tạo thành chất đồng vị tự nhiên.

1922 *F.W.Aston* (1877 – 1945), Anh: Phát minh nhiều chất đồng vị của một số vật thể không phóng xạ (nhờ khối phổ kế) và định luật số chẵn.

1923 *F.Pregl* (1869 – 1930), Áo: Phát minh phương pháp phân tích vi lượng các chất hữu cơ.

1924 *Không trao giải.*

1925 *R.Zsimondy* (1865 – 1929), Đức: Xác định bản chất di thể của dung dịch keo và phương pháp xây dựng cơ sở cho hoá keo hiện đại.

1926 *T.Svedberg* (1884 – 1971), Thụy Sĩ: Các công trình về hệ phân tán.

1927 *Heinrich Wieland* (1877 – 1957), Đức: Nghiên cứu thành phần của Axit mật và các hợp chất tương tự.

1928 *A.Windaus* (1876 – 1959), Đức: Nghiên cứu thành phần sterin (sterols) và liên kết với nhóm vitamin.

1929 *Sir A.Harden* (1865 – 1940), Anh và *H.K.A.S.von Euler Chelpin* (1873 – 1964), Thụy Điển: Các công trình lên men đường và nghiên cứu các men tham gia vào quá trình này.

1930 *H.Fischer* (1881 – 1945), Đức: Các công trình về sắc tố máu và lá cây, tổng hợp hemin.

1931 *Karl Bosch* (1874 – 1940), Đức và *F.Bergius* (1884 – 1949), Đức: Nghiên cứu và ứng dụng các phương pháp áp suất cao và hoá học.

1932 *I.Langmuir* (1881 – 1957), Mỹ: Phát minh và nghiên cứu trong lĩnh vực hoá học các hiện tượng bề mặt.

1933 *Không trao giải.*

1934 *Harold C.Urey* (1893 – 1981), Mỹ: Phát minh ra Hydro nặng.

1935 *Irène Joliot – Curie* (1897 – 1956), Pháp và *F.Joliot – Curie* (1899 – 1958), Pháp: Tổng hợp các nguyên tố phóng xạ nhân tạo.

1936 *P.J.W.Debye* (1884 – 1966), Hà Lan (gốc Đức): Nghiên cứu momen lưỡng cực, nhiễm xạ tia Rongghen và điện tử trong các chất khí, lý thuyết mở rộng về cấu tạo phân tử.

1937 *Sir W.N.Haworth* (1883 – 1950), Anh: Nghiên cứu Hiđratcacbon và vitamin C. *P.Karrer* (1889 – 1971), Thụy Sĩ: Nghiên cứu carotenoids và flavin cũng như vitamin A và B2.

1938 *R.Kuhn* (1900 – 1967), Đức: Nghiên cứu vitamin và Carotenoids

1939 *A.F.J Butenandt* (1903 -), Đức: Nghiên cứu về hoócmôn giới tính và cùng với *L.Ruzicka* (1887 – 1976), Thụy Sĩ: Nghiên cứu Polimetylen về cấu tạo polytecpen.

1940 – 1942 *Không trao giải.*

1943 *G.Hevesy de Heves* (1885 – 1966), Hongrie: Nghiên cứu đồng vị làm chất đồng vị để theo dõi các quá trình hoá học.

1944 *Otto Hahn* (1879 – 1968), Đức: Phát minh ra sự phân hạch hạt nhân các nguyên tử nặng.

1945 *A.I.Virtanen* (1895 – 1973), Phần Lan: Nghiên cứu và phát minh trong lĩnh vực nông hoá thực phẩm.

1946 *J.Sumner* (1887 – 1955), Mỹ; *J.H.Northrop* (1891 -), Mỹ; *W.M.Stanley* (1904 – 1971), Mỹ: Nghiên cứu tính chất kết tinh của enzym và thu được virus protein dưới dạng tinh khiết.

1947 *Sir R.Robinson* (1886 – 1975), Anh: Nghiên cứu các sản phẩm thực vật có ý nghĩa sinh học, đặc biệt các ancalort.

1948 *A.W.K. Tiselius* (1902 – 1971), Thụy Điển: Các công trình về phương pháp phân tích điện di và hấp thụ.

1949 *W.F.Giauque* (1895 – 1982), Mỹ: Nghiên cứu tính chất các chất ở nhiệt độ cực thấp.

1950 *Otto Paul Hermann Diels* (1876 – 1954), Đức và *Kurt Alder* (1902 – 1958), Đức: Phát minh và hoàn thiện phương pháp tổng hợp điện.

1951 *E.H.McMillan* (1907 – 1991), Mỹ và *Glenn T.Seaborg* (1912 -), Mỹ: Tổng hợp những nguyên tố siêu Uran.

1952 *A.J.P. Martin* (1910 -), Anh; *R.L.M.Synge* (1914 -), Anh: Tìm ra phương pháp sắc ký phân ly.

1953 *Hermann Staudinger* (1881 – 1965), Đức: Phát minh trong lĩnh vực các chất cao phân tử.

1954 *Linus C.Pauling* (1901 – 1994), Mỹ: Nghiên cứu bản chất liên kết hoá học và xác định cấu tạo các phức chất.

1955 *V.Du Vigneaud* (1901 – 1978), Mỹ: Nghiên cứu các hợp chất lưu huỳnh có hoạt tính sinh học và tổng hợp Hoocmôn Polypeptin.

1956 *Sir C.N.Hinshelwood* (1897 – 1967), Anh; *N.N.Semionov* (1896 – 1986), Liên Xô: Nghiên cứu cơ chế các phản ứng hoá học.

1957 *Sir A.R.Todd* (1907 -), Anh: Các công trình nghiên cứu nucleotit và cofecmen nucleotit.

1958 *Frederick Sanger* (1918 -), Anh: Nghiên cứu cấu trúc của anbumin, trước hết là insulin.

1959 *J.Heyrovsky* (1890 – 1967), Tiệp Khắc: Phát minh ra phương pháp phân tích cực phá.

1960 *W.F.Libby* (1908 – 1980), Mỹ: Tìm ra phương pháp dùng carbon – 14 để xác định niên đại.

1961 *M. Calvin* (1911), Anh: Nghiên cứu sự chuyển hoá sinh hoá khí carbonnic trong cây cối.

1962 *J.C.Kendrew* (1917 -), Anh*; *M.E.Perutz* (1914 -), Anh: Nghiên cứu cấu tạo của các protein hồng cầu.

1963 *Giulio Natta* (1903 – 1979), Italia và *Karl Waldemar Ziegler* (1898 – 1973), Đức: Phát minh trong lĩnh vực hoá học và công nghệ các chất cao phân tử.

1964 *D.Mary Crowfoot – Hodgkin* (1910 -), Anh: Xác định công thức cấu tạo của các chất hoạt động sinh học.

1965 *Robert Burns Woodward* (1917 - 1979), Mỹ: Đóng góp xuất sắc vào tổng hợp hữu cơ.

1966 *R.S.Mulliken* (1896 - 1986), Mỹ: Nghiên cứu liên kết hoá học và cấu tạo điện tử của Ocbital phân tử.

1967 *M.Eigen* (1927 - ?), Đức; *R.G.W.Norrish* (1897 – 1978), Anh và *G.Porter* (1920 -), Anh : Nghiên cứu các phản ứng cực nhanh bằng cách chuyển dịch cân bằng nhờ xung năng lượng ngắn.

1968 *L.Onsager* (1903 – 1976) người Mỹ: Thiết kế được quan hệ tương hỗ trong các quá trình không thuận nghịch mang tên ông.

1969 *D.H.R.Barton* (1918 -), Anh; *O.Hassel* (1897 – 1981), Na Uy - Đóng góp vào việc phát triển và ứng dụng các ý tưởng cấu hình trong hoá học.

1970 *L.F.Leloir* (1906 – 1987), Achentina – Phát minh ra nucleotit của đường và chức năng của chúng trong sinh học tổng hợp Hydratcarbon.

1971 *G.Herzberg* (1904 -), Canađa - Đóng góp vào nghiên cứu cấu tạo điện tử hình học của phân tử, đặc biệt các gốc tự do.

1972 *C.B.Anfinsen Stanford Moore* (1916 -),

Mỹ; *W.H.Stein* (1911 – 1980), Mỹ – Nghiên cứu liên kết của cấu tạo hoá học có hoạt tính xúc tác của trung tâm hoạt động của phân tử ribonucleaza.

1973 *E.O.Fischer* (1918 -), Đức; *G.Wilkinson* (1921 -), Anh – Các công trình về hoá học các hợp chất cơ kim cấu tạo Sandwitch.

1974 *P.J.Flory* (1910 – 1985), Mỹ: Đóng góp cơ bản trong ngành hoá lý cao phân tử.

1975 *V.Prelog* (1906 -), Thụy Sĩ: Các công trình về hoá lập thể các phân tử hữu cơ. *J.W.Comforth* (1917 -), Anh – Các công trình về tổng hợp sinh học Clolesterol.

1976 *W.N.Lipscomb* (1919 -), Mỹ: Nghiên cứu cấu trúc Hydrua Bo và bản chất liên kết hoá học có liên quan.

1977 *I.Prigogine* (1917 -), Bỉ: Đóng góp vào nhiệt động học quá trình không thuận nghịch, đặc biệt là lý thuyết hệ phân tán.

1978 *P.Mitchell* (1920 -), Anh: Giải thích sự vận chuyển năng lượng sinh học và đề ra thuyết thẩm thấu hoá học.

1979 *Herbert C.Brown* (1912 -), Mỹ; *G.Wittig* (1897 – 1987), Đức: Tìm ra các phương pháp tổng hợp hợp chất hữu cơ chứa bo và photpho.

1980 *P.Berg* (1926 -), Mỹ: Nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực sinh hoá Axitnucleic, đặc biệt sự kết hợp ADN, *W.Gilbert* (1932 -), Mỹ; *F.Sanger* (1918 -), Anh: Đóng góp vào việc xác định trình tự kết hợp trong các Axit nucleic.

1981 *K.Fukui* (1920 -), Nhật; *R.Hoffman)* (1937-), Mỹ: Phát triển lý thuyết về cơ chế phản ứng hoá học.

1982 *A.Klug* (1926 -), người Anh: Các công trình trong lĩnh vực kính hiển vi điện tử của các tinh thể và phát minh ra cấu trúc phức nucleoprotein.

1983 *H.Taube* (1915 -), Mỹ: Công trình về cơ chế phản ứng chuyển điện tử, đặc biệt trong phức kim loại.

1984 *Robert Bruce Merrifield* (1921 -), Mỹ: Nghiên cứu phương pháp tổng hợp hoá học ở pha rắn.

1985 *J.Karle* (1918 -), Mỹ và *H.A.Hauptman* (1917 -), Mỹ: Đạt được thành tựu xuất sắc trong nghiên cứu các phương pháp trực tiếp xác định cấu tạo tinh thể.

1986 *Dudley Robert Herschbach* (1932 -), Mỹ; *Yuan Tseh Lee* (1936 -), Mỹ và *J.C.Polanyi* (1929-), người Mỹ: Nghiên cứu động học các quá trình hoá học cơ bản.

1987 *Ch.J.Pedersen* (1904 – 1989), *Donald J.Cram* (1919 -) và *J.M. Lehn* (1939 –), Pháp.

1988 *Johann Deisenhofer* (1943 -), Đức; *Robert Huber* (1937 -), Đức và *Hartmut Michel* (1948 -), Đức: Những nghiên cứu về quá trình quang hợp.

1989 *Thomas Cech* (1947 -), Mỹ; *Sydney Altman* (1939 -), Mỹ: Công trình nghiên cứu về Axit Ribonucleic (ARN).

1990 *E.J.Corey* (1928 -), Mỹ: Những công trình về mô hình hoá học các quá trình tổng hợp hữu cơ.

1991 *Richard D.Ernst* (1933 -), Thụy Sĩ: Những công trình nghiên cứu và phát triển phương pháp cộng hưởng từ hạt nhân.

1992 *Rudolph A.Marcus* ( ), Mỹ: Lý thuyết các phản ứng chuyển điện tử trong các hệ hoá học.

1993 *Kary Mullis* (1945 –), Mỹ; *Michael Smith* (1932 -), Canađa: Công trình nghiên cứu về hoá sinh và di truyền.

1994 *George Olah* (1927 -), Mỹ: Những công trình nghiên cứu về Carbocation và vai trò của chúng trong các phản ứng hoá học của Hydrocacbon.

1995 *Paul Crutzen*, Hà Lan; *P.Mario Molia*, Mỹ và *P.E.Sherwood Rowland*, Mỹ: Phát hiện lỗ thủng tầng Ozone phía trên Nam Cực. Và thủ phạm gây ra là khí Nitrogen oxides và một loại khí nữa Chlorofluoracarbon.

1996 *Robert F.Cure Jr, Richard E.Smalley, Sir Harold N.Kroto*, Anh: Phát hiện Fullerenes.

1997 *Paul D.Boyer*, Mỹ; *John E.Ulder*, Anh; *Jens C.Skou*, Đan Mạch: Cơ cấu tổng hợp adenosine triphosphate (ATP).

1998 *Walter Kohn*, Áo: Phát triển lý thuyết mật độ – chức năng; *John A.Pople*, Anh: Phát triển phương pháp tính toán trong hoá học.

1999 *Ahmed Zewail*, Ai Cập: Nghiên cứu trạng thái chuyển dịch trong phản ứng hoá học sử dụng quang phổ học phần nghìn tỷ giây.

2000 *Alan J. Heeger*, Mỹ; *Alan G. Mac Diarmid*, New Zealand; *Hideki Shirakawa*, Nhật Bản: Phát minh và phát triển chất Polyme dẫn điện.

2001 *William S.Knowles*, Mỹ; *Ragofi Noyori*, Nhật Bản; *Barry Sharpless*, Mỹ: Phát triển sự tổng hợp xúc tác không đối xứng trong hoá học phân tử.

2002 *John B.Fenn;* Mỹ và *Koichi Tanaka*, Nhật: Khối phổ kế (MS); *Kurt Wuthrich*, Thụy Sĩ: Cộng hưởng từ hạt nhân (NMR). Công trình của ba ông đã mở rộng tầm hiểu biết về các đại phân tử sinh học mở đường cho việc tìm ra các biện pháp chữa bệnh ung thư.

2003 *Peter Agre*, Mỹ và *Roderik MacKinnon*, Mỹ: Làm sáng tỏ cách muối (ion) và nước được vận chuyển vào và ra khỏi các tế bào trong cơ thể. Góp phần vào việc nghiên cứu các dược phẩm chữa bệnh thận, tim cho tới hệ thần kinh.

2004 *Aaron Ciechanover*, Israel; *Avram Hershko*, Israel; *Irwin Rose*, Mỹ: Khám phá sự phân rã protêin nhờ vào các phân tử trung gian ubiquitin.

2005 *Yves Chauvin*, Pháp; *Richard Schrock*, Mỹ và *Robert Grubbs*, Mỹ: Phát triển phương pháp hoán vị trong tổng hợp chất hữu cơ.

KS. **NGUYỄN QUỐC TÍN** ***(Sưu tầm)***

III – NHỮNG NGƯỜI ĐƯỢC GIẢI THƯỞNG FIELDS VỀ TOÁN HỌC

Giải thưởng và Huân chương vàng của Hội Toán học Quốc tế trao tặng các nhà toán học trẻ (dưới 40 tuổi) có các công trình nghiên cứu xuất sắc trong lĩnh vực toán học. Là giải thưởng Quốc tế cao nhất về toán học, có uy tín như giải thưởng Nobel (không có giải cho toán học). Giá trị giá 1.500 đôla, lấy từ quỹ do nhà toán học Canađa John Charles FIELDS (1863 – 1923) lập ra năm 1932, cứ 4 năm trao tặng một lần, bắt đầu từ năm 1936, sau một thời gian gián đoạn vì chiến tranh Thế giới sau đó lại tiếp tục từ năm 1950.

Dưới đây là danh mục những người đã được giải:

1936 *L.Ahlfors*, Mỹ; *J.Douglas*, Mỹ.

1950 *A.Selberg*, Na Uy; *L.Schwartz*, Pháp.

1954 *Kodaira Kunihiko*, Nhật; *J.P.Serre*, Pháp.

1958 *K.F.Roth*, Anh; *R.Thom*, Pháp.

1962 *L.Hormander*, Thụy Điển; *J.W.Milnor*, Mỹ.

1966 *M.F.Atiyah*, Anh; *P.J.Cohen*, Mỹ; *A.Grothendieck*, Pháp (gốc Đức); *S.Male*, Mỹ.

1970 *A.Baker*, Anh; *Hironaka Heisuke*, Nhật; *S.P.Novikov*, Liên Xô; *J.G.Thompson*, Anh.

1974 *E.Bombieri*, Italia; *D.Mumford*, Mỹ.

1978 *P.Deligne*, Bỉ; *C.Fefferman*, Mỹ; *D.Quillen*, Mỹ; *G.A.Margoulis*, Liên Xô.

1982 *A.Connes*, Pháp; *W.P.Thurston*, Mỹ; *Shing Tung – yau*, Mỹ.

1986 *G.Faltings*, CHLB Đức; *M.Freedman*, Mỹ; *S.Donaldson*, Anh.

1990 *W.Drinfeld*, Liên Xô; *V.F.R.Jones*, Niu Dilơn; *S.Mori*, Nhật; *E.Witten*, Mỹ.

1994 *J.C.Yoccoz*, Pháp; *P.L.Lions*, Pháp; *J.Bourgain*, Bỉ; *E.Zelmanov*, Nga.

1998 *Richard E. Borcherds*, Mỹ; *W.Thimothy Gowerls*, Anh; *Maxim Kontsevitch*, Nga;

Curtis Mc Mullen, Đức; *Andrew J.Wiles*, Mỹ.

(I, II) ĐẶNG MỘNG LÂN
GS. - TSKH. **ĐINH NGỌC LÂN**

IV – CÁC GIẢ NOBEL VỀ SINH LÝ HỌC VÀ Y HỌC, 1901 – 2005

1901 *Emil A.von Behring* (1854 – 1917), Bác sĩ người Đức: Đã bào chế và phổ biến cách sử dụng độc tố chống bệnh bạch hầu ở trẻ em.

1902 *Sir. Ronald Ross* (1857 – 1932), Bác sĩ người Anh: Đã phát hiện và nghiên cứu về các loài muỗi Anopheles truyền bệnh sốt rét.

1903 *Niels Ryberg Finsen* (1860 – 1904), người Đan Mạch: Áp dụng tia sáng vào việc điều trị bệnh.

1904 *Ivan Petrovits Pavlov* (1849 – 1936), người Nga: Đã nghiên cứu và xây dựng học thuyết tương đối hoàn chỉnh về phản xạ có điều kiện của hệ thần kinh cao cấp ở người. Tại Hội nghị Quốc tế lần thứ

15 về sinh lý học được suy tôn là *"nhà sinh lý học số một của Thế giới"*.

1905 *Robert Koch* (1843 – 1910), Bác sĩ và nhà vi trùng học người Đức: Đã phát hiện và nghiên cứu vi trùng Koch gây ra bệnh lao.

1906 *Camillo Golgi* (1844 – 1926), người Italia và *Santiago Ramon Y Cajal* (1852- 1934), người Tây Ban Nha: Đã có công nghiên cứu cấu tạo và sinh mô học của hệ thần kinh.

1907 *Ch.L.Alphonse Laveran* (1845 – 1922), người Pháp: Đã phát minh và nghiên cứu vòng đời bào tử trùng gây bệnh sốt rét.

1908 *Paul Ehrlich* (1854 – 1915), nhà vi khuẩn học người Đức và *Ilia Metsnikov* (1845 – 1916), nhà sinh học và sinh lý học người Nga, định cư ở Pháp: Đã có công nghiên cứu sinh học vi trùng – vi khuẩn và phát hiện hiện tượng miễn dịch nhờ cơ chế thực bào.

1909 *Theodor Emil Kocher* (1841 – 1917), người Thụy Sĩ: Nghiên cứu sinh lý học tuyến giáp và giải phẫu bệnh bướu cổ.

1910 *Albrecht Kossel* (1853 – 1927), người Đức: Đã thuỷ phân và xác định Axit nucleic gồm các gốc đường, các Axit phốtphoric và 4 gốc bazơ chứa Nitơ thuộc 2 nhóm Purimidin và Purin. Có hai loại Axit nucleic va ADN và ARN.

1911 *All var Gullstrand* (1862 – 1930), người Thụy Điển: Nghiên cứu về sinh lý học của mắt.

1912 *Alexis Carrel* (1873 – 1944), nhà sinh học và giải phẫu Pháp: Đã nghiên cứu cấy ghép bộ phận và giữ được một quả tim phôi gà tách rời khỏi cơ thể sống trong nhiều năm.

1913 *Charles Richet* (1850 – 1935), người Pháp: Miễn dịch học (immunologie), (nghiên cứu về Anaphylaxie).

1914 *Robert Bárány* (1876 – 1936), người Áo: Nghiên cứu về sinh lý học và các bệnh về tai.

1915 – 1916 – 1917 – 1918 Không xét thưởng do Chiến tranh Thế giới lần Thứ nhất xảy ra.

1919 *Jules Bordet (1870 – 1961)*, người Bỉ: Miễn dịch học (tìm ra vi trùng bệnh ho gà).

1920 *August Krogh* (1874 – 1949), người Đan Mạch: Đã nghiên cứu cơ chế hô hấp các mô và cơ chế hệ tuần hoàn.

1921 Không xét tặng.

1922 *Archibald Vivian Hill* (1886 – 1977), người Anh và *Otto Meyerhof* (1884 – 1951), người Đức. Hai ông đã góp phần xác định các enzim tham gia quá trình Ôxy hoá Axit lactic và Tricacboxylic trong chu trình Krép.

1923 *Frederick Grant Banting* (1891 – 1941) và *John James Rikard Macleod* (1876 – 1935). Cả hai đều là Bác sĩ người Canađa và Scotland đã phát hiện và nghiên cứu ra chất insulin, một hoóc môn của tuyến tụy, điều tiết sự chuyển hoá của đường.

1924 *Willem Finthoven* (1860 – 1927), người Hà Lan: Đã chế tạo phát minh ra máy đo điện cực nhậy, để đo các dòng điện sinh học trong cơ thể (giao động ký âm cực).

1925 Không xét tặng.

1926 *Johannes Fibiger* (1867 – 1928), người Đan Mạch: Nghiênc ứu về ung thư thực nghiệm.

1927 *Julius Wagner – Jauregg* (!857 – 1940), người Áo: Điều trị bệnh tật toàn thân.

1928 *Charles Nicolle (1866 – 1936)*, người Pháp: Dịch tễ học bệnh sốt chấy rận.

1929 *Christiaan Eijkman* (1858 – 1930), *người Hà Lan và Sir Frederick Gowland Hopkins* (1861 – 1947), người Anh. Hai ông đã phát minh ra vai trò các Vitamin, và nghiên cứu nguyên nhân gây bệnh thiếu Vitamin trong thức ăn, cũng như việc bổ sung các chất có nguồn gốc tự nhiên (sữa, nước chiết củ cải, nấm men...) vào các khẩu phần thức ăn.

1930 *Karl Landsteiner* (1868 – 1943), người Mỹ: Phát minh ra các nhóm máu và nghiên cứu sự truyền máu an toàn ở người.

1931 *Otto Heinrich Warburg* (1883 – 1970), người Đức: Đã nghiên cứu hô hấp nội bào và phát minh chế tạo ra thiết bị nghiên cứu hô hấp của các mô và sinh vật nhỏ.

1932 *Sir Charles Scott Sherrington* (1857 – 1952), người Anh; *Sir Edgar Douglas Adrian* (1889

– 1977), người Mỹ: Đã phát minh ra cơ chế hoạt động bên trong và chức năng của não.

1933 *Thomas Hunt Morgan* (1866 – 1945), nhà động vật học Mỹ: Đã phát minh ra cơ chế di truyền qua các nhiễm sắc thể trên ruồi giấm.

1934 *George Hoyt Whipple* (1878 – 1976); *Goerge Richards Minot* (1885 – 1950) và *William Parry Murphy* (1892 -), người Mỹ: Nghiên cứu bệnh thiếu máu ác tính.

1935 *Hans Spemann* (1869 – 1941), người Đức: Cơ cấu tiến hoá của sinh vật.

1936 *Sir Henry Hallett Dale* (1875 – 1968), người Anh và *Otto Loewi* (1873 – 1961), người Áo, gốc Đức. Hai ông đã phát minh ra các chất môi giới hoá học thần kinh – cơ trên các quả tim tách rời khỏi cơ thể.

1937 *Albert Szent – Gyorgyi von Nagyrapolt* (1893 -). Người Hongrie, đã nghiên cứu sinh lý sinh hoá của hiện tượng co cơ ở động vật, chủ yếu là co cơ tim. Được giải Nobel do phát minh ra thành phần và chức năng của Vitamin C.

1938 *Corneille Heymans* (1892 – 1968), người Bỉ: Điều hoà các chức năng tim mạch.

1939 *Gehrard Domagk* (1895 – 1964), người Đức: Phát minh hoạt tính chống vi trùng của các Sulfamide.

1940 – 1941 – 1942 Không xét tặng do chiến tranh Thế giới lần Thứ hai.

1943 *Henrik Dam* (1895 – 1976), người Đan Mạch và *Edward Adelbert Doisy* (1893 -), người Mỹ. Hai ông đã phát minh ra Vitamin K vào năm 1929 và nghiên cứu sâu về Vitamin K1, mở đầu cho việc tìm hiểu Vitamin K2 và Vitamin K3 sau này.

1944 *Joseph Erlanger* (1874 – 1965) và *Herbert Spencer Gasser* (1888 – 1963), người Mỹ: Đã phát minh ra điện sinh lý thần kinh bằng giao động kế âm cực.

1945 *Sir Alexander Fleming* (1881 – 1955) và *Ernst Boris Chain* (1906 – 1979), *Sir Howard Walter Florey* (1898 – 1968), người Anh. Các ông đã phát hiện ra tác động kiềm chế của nấm Penicillinum trên nhiều vi khuẩn gây bệnh và chế tạo đại trà thuốc Penicilin.

1946 *Hermann Joseph Muller* (1890 – 1967), người Mỹ gốc Đức, đã nghiên cứu sâu cơ chế sinh lý các giác quan và một số quy luật hoạt động của giác quan.

1947 *Carl Ferdinand Cori* (1896 – 1984) và *Gerty Theresa Cori* (1896 – 1957), người Mỹ gốc Áo; Cùng ông *Bernardo Alberto Houssay* (1887 – 1971), người Arghentina: Đã nghiên cứu và viết nhiều giáo trình Đại học có giá trị về sinh lý người.

1948 *Paul Hermann Muller* (1899 – 1965), người Thụy Sĩ: Đã phát minh khám phá ra hiện tượng hoá trang, bắt chước của các loài sâu bọ và động vật có xương sống (tự vệ).

1949 *Walter Rudolf Hess* (1881 – 1973), người Thụy Sĩ và *Antonio Caetano de Abreu Freire Egas Moniz* (1874 – 1955), người Bồ Đào Nha: Nghiên cứu về các tổn thương của hệ thần kinh; phát minh thuốc điều trị một số chứng loạn tâm thần.

1950 *Philip Showalter Hanch* (1896 – 1965) và *Edward Calvin Kendall* (1886 – 1972), người Mỹ cùng *Tadeus Reichstein* (1897 -), người Thụy Sĩ, gốc Ba Lan. Các ông đã phát minh ra thành phần hoá học của một số chất hữu cơ.

1951 *Max Theiler* (1899 – 1972), người Nam Phi: Phát minh thuốc tiêm chủng chống sốt vàng da.

1952 *Selman Abraham Waksman* (1888 – 1973), người Mỹ, gốc Đức, Nga: Vi sinh học của đất và phát minh streptomycine.

1953 *Fritz Albert Lipmann (1899 – 1986),* người Mỹ, gốc Đức và ngài *Hans Adolf Krebs* (1900 – 1981), người Anh, gốc Đức: Phát minh ra các chu trình biến đổi chất hữu cơ, đặc biệt là "*chu trình Acid citric*".

1954 *John Franklin Enders* (1897 – 1985) và *Thomas Huckle Weller* (1915 -) cùng ông *Frederich Chapman Robbins* (1916 -), người Mỹ: Nghiên cứu vi khuẩn bệnh bại liệt ở trẻ em.

1955 *Axel Hugo Theodor Theorell* (1903 – 1982), người Thụy Điển: Nghiên cứu về các Enzym ôxy hoá.

1956 *Dickinson W.Richards Jr.* (1905 – 1973), người Mỹ và *Werner Frossmann* (1904 – 1979),

người Đức và ông *André Frédérich Cournand* (1895 – 1988), người Mỹ, gốc Pháp: Nghiên cứu điều trị bệnh thiểu năng của tim.

1957 *Daniel Bovet* (1907 -), dược sĩ người Italia: Nghiên cứu về tổng hợp độc dược.

1958 *Joshua Leder Berg* (1925 -) và *George Wells Beadie* (1903 -), *Edward L.Tatum* (1909 – 1975), cả ba ông đều là người Mỹ đã phát minh ra một số cơ chế di truyền, đặc biệt là trên tằm dâu và chứng minh sự tham gia của ADN vào việc vận chuyển các thông tin di truyền. Bằng những thí nghiệm ở chủng đột biến của loài vi nấm Neurospora Crassa, Beadle và Tatum đã đưa ra quy luật nổi tiếng: "*Một gen – một Enzym*".

1959 *Severo Ochoa* (1905 -), người Mỹ, gốc Tây Ban Nha và *Arthur Kornberg* (1918 -), người Mỹ đã phát minh ra một Enzime, đặt tên là DNA polynierade I, tách từ E.Coli, phụ trách sự nhân đôi của DNA.

1960 *Sir Franck Farlane Mac Burnet* (1899 – 1985), người Australia và *Peter Brian Medawar* (1915 -), người Anh. Hai ông đã cùng nghiên cứu kỹ thuật nuôi cấy virus trên phôi gà sống, tạo những dòng virus thuần hoặc lai, chứng minh có hai loài virus gây bệnh bại liệt ở trẻ em và xây dựng học thuyết về tính miễn dịch qua chọn lọc "*clone*".

1961 *Georg von Bekesy* (1899 – 1972), người Mỹ, gốc Hongrie: Nghiên cứu về thính giác (Audition).

1962 *James Dewey Watson* (1928 -), người Mỹ; *Francis Harry Compton Crick* (1916 -); *Maurice Hugh Frederick Wilkins* (1916 -), người Anh. Các ông đã phát minh và xây dựng mô hình cấu trúc "*sợi xoắn kép*" của chất di truyền ADN.

1963 *Sir John Carew Eccles* (1902 -), người Australia; *Sir Alan Lloyd Hodgkin* (1914 -) và *Sir Andrew Fielding Huxley* (1917 -), người Anh: Đã phát minh ra điện màng của các loài động vật không xương sống (cua, tôm, mực...) có sợi trục nơron "*khổng lồ*".

1964 *Konrad Bloch* (1912 -), người Mỹ, gốc Đức và *Feodor Lynen* (1911 – 1979), người Đức.

1965 *Francois Jacob* (1920 -) và *André Lwoff* (1902 -) cùng ông *Jacques Monod* (1910 – 1976), người Pháp: Đã phát minh ra cơ chế điều khiển sự tổng hợp protein nhờ các gen trong tế bào.

1966 *Charles B.Huggins* (1901 -) và *F.Peyton Rous* (1879 – 1970), người Mỹ: Đã phát minh ra AND và ARN của các virus gây ung thư ở nhiều loài động vật.

1967 *Ragnar Granit* (1900 -), người Mỹ và *Haldan Keffer Hartline* (1903 – 1983), *George Wald* (1906 -), người Mỹ: Sinh lý tế bào cảm nhận của võng mạc.

1968 *Robert W.Holley* (1922 -), *Har Gobind Khorana* (1922 -); *Marshall W.Nirenberg* (1927 -), đều là người Mỹ: Nghiên cứu về mã di truyền.

1969 *Max Delbruck* (1906 – 1981), người Mỹ, gốc Đức; *Alffed D.Hershey* (1908 -); *Salvador Luria* (1912 -), người Mỹ: Đã sử dụng thực khuẩn thể T của vi khuẩn.. coli làm mô hình nghiên cứu cơ chế của hiện tượng di truyền, và hiện tượng tái tổ hợp di truyền góp phần xây dựng cơ sở đầu của di truyền học phân tử.

1970 *Sir Bernard Katz* (1911 -), người Anh; *Ulf von Euler* (1905 – 1983), người Thụy Điển; *Julius Axelrod* (1912 -), người Mỹ. Các ông đã phát minh ra bản chất điện sinh học của luồng thần kinh; sự lan truyền của luồng hưng phấn trên sợi trục của các nơron và qua các điện tiếp hợp xi náp.

1971 *Earl Wilbur Sutherland* (1915 – 1974), người Mỹ: Phát minh ra nhiều hoocmon tác động lên các mô - mục tiêu, nhờ một loại nucleotid được gọi là "AMP – vòng" (Adenosin – mono – Phốt phát chu kỳ).

1972 *Gerald M.Edelman* (1929 -) và *Rodney Robert Porter* (1917 – 1985), người Mỹ, gốc Hà Lan: Cơ cấu của các Anticorps.

1973 *Karl von Frisch* (1886 – 1982), người Austria và *Konrad Lorenz* (1903 – 1989), người Áo; *Nilolass Tinbergen* (1907 -), người Anh, gốc Hà Lan. Các ông đã phát minh ra các dạng hành vi bản năng của nhiều loài động vật, chủ yếu trên ong và chim.

1974 *Albert Claude* (1899 – 1983) và *Christian de Duve* (1917 -), người Bỉ; *George F.Palade* (1912 -), người Mỹ, gốc Rumani: For contribution to understanding inner Workings of livingcell.

1975 *Howard Martin Temin* (1934 -), người Mỹ; *Renato Dulbecco* (1914 -), người Mỹ gốc Italia; *David Baltimore* (1938 -), người Mỹ: Công trình nghiên cứu về sinh học phân tử.

1976 *Baruch Samuel Blumberg* (1925 -) và *Daniel Carleton Gajdusek* (1923 -), người Mỹ: Phát minh nguyên nhân và cơ cấu truyền bá các bệnh truyền nhiễm.

1977 *Rosalin S.Yalow* (1921 -), người Mỹ; *Roger Guillemin* (1924 -), người Mỹ, gốc Pháp; *Andrew V.Schally* (1926 -), người Mỹ, gốc Ba Lan: Nghiên cứu về hormones hypothala miques và về liều lượng phóng xạ miễn dịch học.

1978 *Werner Arber* (1929 -), người Thụy Sĩ; *Daniel Nathans* (1928 -) và *Hamilton Smith* (1931 -), người Mỹ: Travaux fondamentaux surles enjymes de restriction.

1979 *Allan Macleod Cormack* (1924 -), người Mỹ; *Godfrey Newbold Hounsfield* (1919 -), người Anh: Phát triển tomographie bằng máy tính.

1980 *Baruj Benacerraf* (1920 -), người Mỹ; *Jean Dausset* (1916 -), người Pháp; *George Davis Snell* (1903 -), người Mỹ. Trong 40 năm, đã nghiên cứu phức hệ gen của các loài thú với sự *"phù hợp phát triển sinh học" nghĩa là cho phép sự thành công của các thí nghiệm cấy ghép mô và bộ phận.*

1981 *Roger W.Sperry* (1913 -), người Mỹ; *David H.Hubel* (1926 -), người Mỹ, gốc Canađa; *Torsten N.Wiesel* (1924 -), người Mỹ, gốc Thụy Điển: Đã nghiên cứu sâu về hành vi động vật hoang dã, nhất là chim cá.

1982 *Sune Bergstrom* (1916 -) và *Bengt I.Samuelsson* (1934 -), người Thụy Điển; *John R.Vane* (1927 -), người Anh: Phát minh và phân tách đặc điểm các Prostaglandines.

1983 *Barbara McClintock* (1902 -), người Mỹ: Các yếu tố di truyền và cơ cấu tế bào của các cơ thể sống.

1984 *Niels Kaj Jerne* (1912 -), người Đan Mạch; *Georges J.F.Kohler* (1946 -), người Đức; *CesarMilstein* (1927 -), người Anh, quốc tịch Arghentina: Hệ miễn dịch: Các anticorps monoclonaux.

1985 *Michael S.Brown* (1941 -), người Mỹ; *Joseph L.Goaldstein* (1940 -), người Mỹ: Công trình nghiên cứu về kiểm soát métabolisme (chuyển hoá) du cholestérol.

1986 *Stanley Cohen* (1922 -), người Mỹ; *Rita Levi Montalcini* (1909 -), người Italia – Mỹ: Phát minh các yếu tố sinh trưởng chủ yếu cho sự phát triển và đời sống của các tế bào thần kinh.

1987 *Tonegawa Susumu* (1939 -), người Nhật: Mở ra các hướng mới cho miễn dịch di truyền (immunogénétique).

1988 *Sir James Black* (1924 -), người Anh; *Gertrud B.Elion* (1918 -), người Mỹ; *George H.Hitchings* (1905 -), người Mỹ: Phát minh các nguyên lý cơ bản của điều trị dùng thuốc.

1989 *J.Michael Bishop* (1936 - ?) người Mỹ; *Harold E.Varmus* (1939 - ?), người Mỹ: Đã cùng nhà bác học người Pháp Dominique Stéhelin phát minh nguồn gốc phân tử của ung thư, cụ thể đã chứng minh rằng gen "Sarc" là thủ phạm gây ra một số dạng ung thư.

1990 Tiến sỹ *Joseph E.Murray* và Tiến sỹ *E.Donnall Thomas*, người Mỹ: for their pioneering work in transplants.

1991 Tiến sỹ *Erwin Neher* và Tiến sỹ *Bert Sakmann*, người Đức: for their research, particularly for the development of a technique called patch clamp.

1992 Tiến sĩ Edmond H. Fischer và Tiến sĩ Edwin G. Kerbs người Mỹ.

1993 *Richard Roberts* (1943), người Anh cư trú ở Hoa Kỳ từ năm 1969, làm việc tại phòng thí nghiệm Gald Spring Harbor, New York, và *Philip A.Sharp* (1944) trưởng khoa sinh học trường Đại học Massachusetts. Hai ông đã khám phá ra cấu trúc đứt đoạn về gen trong các cơ thể cao cấp.

1994 *Acfred Gilman*, và *Martin Rodbel*, người Mỹ: phát hiện protein G.

1995 *Edward Lewis* người Mỹ, *Eric Wies*, người Mỹ và *Nilsslein Volhard* người Đức: nghiên cứu về cơ chế di truyền, tác động vào giai đoạn đầu phát triển của phôi.

1996 *Peter C.Doherty* và *Roef M.Zinkernagel* (Mỹ): phát minh về đặc tính của tế bào trong việc bảo vệ miễn dịch.

1997 *Stanley B.Prucener* (Anh): phát hiện Prion, nguyên nhân sinh học mới về nhiễm bệnh.

1998 *Robert Furchgott* (Mỹ), *Louis Ignaro* (Mỹ) và *Ferid Murad* (Mỹ): phát hiện nitric oxyd là một phân tử báo hiệu trong hệ thống tim mạch.

1999 *Ginter Blobel* (Đức): phát hiện ra chất protêin có tín hiệu nội tại kiểm soát sự vận chuyển và khu trú trong tế bào.

2000 *Eric Kandel* (Mỹ gốc Áo), *Arvid Carlsson* (Thuỵ Điển). *Paul Greengard* (Mỹ): về những phát minh liên quan đến sự truyền dẫn tín hiệu trong hệ thần kinh.

2001 *Leland H.Hartwell* (Mỹ). *Thimothy Hunt* (Anh). *Paul M.Nurse* (Anh). Nghiên cứu để hiểu thấu các quá trình phân chia tế bào nhằm chuẩn đoán và điều trị bệnh ung thư.

2002 *Sydney Brenner*, *John Sulston* (Anh) và *Robert Horvitz* (Mỹ): phát hiện lớn về ảnh hưởng của gen trong hoạt động của các tế bào.

2003 *Paul C.Lauterbur* (Mỹ) và Peter *MansField* (Anh): những khám phá liên quan đến hình ảnh cộng hưởng từ, một đột phá trong chuẩn đoán và nghiên cứu y học.

2004 *Richard Axel* (Mỹ) và *Linda Buck* (Mỹ): nghiên cứu chức năng khứu giác của người.

2005 *Robin Warren* (Úc), *Barry Marshall* (Úc): phát hiện vi khuẩn gây bệnh viêm loét dạ dày.

GS. **LÊ QUANG LONG**

LÝ THUYẾT MỚI VỀ CẤU TẠO CỦA VẬT CHẤT

Vật chất cấu tạo như thế nào, thành phần nhỏ nhất không thể chia cắt được cấu tạo nên vật chất là gì, đấy là một vấn đề hết sức hấp dẫn đã được loài người quan tâm đến từ mấy nghìn năm nay. Thời Cổ Trung Quốc có thuyết Âm - Dương, Ngũ hành (Kim, Mộc, Thuỷ, Hoả, Thổ). Cổ Ấn Độ có thuyết Locayat cho rằng Thế giới cấu tạo bằng bốn yếu tố cơ bản: *Nước, Lửa, Không khí và Đất*. Đến Thế kỷ XVIII, với sự tiến bộ của hoá học, người ta biết rằng nước không phải là yếu tố cơ bản mà cấu tạo bằng hai nguyên tố hoá học: Oxy và Hydro. Đến cuối Thế kỷ XIX thi các nhà khoa học khẳng định rằng thành phần cuối cùng của vật chất là nguyên tử và người ta chỉ nó bằng tiếng Hy Lạp là "*atome*", có nghĩa là "*không thể chia cắt được nữa*". Kích thước của nguyên tử rất nhỏ, chỉ có 10^{-8} cm, có nghĩa là trên 1cm có thể sắp xếp 100 triệu nguyên tử.

Thế kỷ XX chứng minh rằng nguyên tử chưa phải là nhỏ nhất mà cấu tạo bằng những hạt nhỏ hơn: electron, proton, nơtron. Về sau, người ta đã tìm ra nhiều hạt khác: pôditrôn (phản hạt của êlectrôn), phản prôtôn, phản nơtrôn, các nơtrinô, các mêzôn, và phản hạt của chúng... Người ta gọi những phản hạt này là "*hạt cơ bản*" (elementary particle). Cho đến giữa thập kỷ 60, con số "*hạt cơ bản*" đã lên đến mấy chục hạt.

Đến đây, các nhà khoa học bắt đầu nghi ngờ: phải chăng tất cả các hạt ấy đều là "*cơ bản*", đều là phần tử nhỏ nhất cấu tạo nên vật chất? Sang thập kỷ 70, nhờ những máy gia tốc năng lượng rất lớn, người ta đã phát hiện ra hạt prôtôn và hạt nơtrôn không phải là "*cơ bản*" mà mỗi hạt ấy cấu tạo bằng 3 hạt *"quark"*. Kích thước của protôn, nơtrôn vào cỡ 10^{-13} cm, còn kích thước hạt quark vào cỡ 10^{-16} cm.

Cách sắp xếp các hạt cơ bản trước đây chia thành 3 loại: hạt nhẹ (như êlectrôn, nơtrino), hạt nặng (như prôtôn, nơtrôn) và mêzôn (pi, muy, ômêga, xích ma...) không còn thích hợp nữa. Theo lý thuyết mới nhất gọi là *"mô hình chuẩn"*, (Standard model), có 12 thành phần cấu tạo cơ bản của vật chất (Fundamental constituents of matter) và 4 lực cơ bản (basic forces).

12 hạt cơ bản là: 6 lepton (êlêctrôn và nơtrinô êlêctrôn, muy và nơtrinô muy, tau và nơtrinô tau) và 6 quark (chia thành 3 họ: quark up và down, quark charmed và strange, quark top và bottom, ký hiệu là u và d, c và s, t và b). Prôtôn cấu tạo bằng 2 quark u và 1 quark d (uud), nơtrôn cấu tạo bằng 1 quark u và 2 quark d (udd).

4 lực cơ bản là: *lực hấp dẫn* (gravity) với hạt mang (carrier) là graviton, *lực điện từ* (electromagnetism) với hạt mang là photon, *lực tương tác yếu* (weak) với hạt mang là boson (theo tên của nhà vật lý Ấn Độ S.N.BOSE), *lực tương tác mạnh* (strong) với hạt mang là gluon.

Đến đây chúng ta đã có một bức tranh khá đầy đủ về cấu tạo của vật chất. Phải chăng đến đây đã hết? Bằng tính toán lý thuyết và một số chứng cứ bước đầu về thực nghiệm, người ta đã đề ra giả thuyết có thể có một họ (family) quark thứ tư nữa, tạm gọi là quark t' và b' và cũng có thể có một lực cơ bản thứ 5 nữa, gọi là lực Higgs (do tên của Peter W.Higgs, trường Đại học Endinburg) truyền bằng boson Higgs. Bản thân hạt quark cũng có thể không phải là cơ bản mà cấu tạo bằng hạt nhỏ hơn gọi là "**prequark**". Hiện nay tất cả các điều ấy chỉ mới là giả thuyết, cần được chứng minh bằng thực nghiệm trên máy gia tốc có năng lượng lớn hơn những máy hiện có.

Năm 1957, máy gia tốc lớn nhất Thế giới đặt tại Viện Liên hiệp nghiên cứu hạt nhân Dupna có năng lượng 10 GeV (Gigaelectron – volt – tỷ êlêctrônvôn). Máy gia tốc lớn nhất Thế giới hiện nay đặt tại phòng thí nghiệm Fermi gần Chicago (Mỹ) có năng lượng gần 2 TeV (Teraelectron – volt – nghìn tỷ êlêctrôn – vôn), gấp gần 200 lần máy ở Dupna trước đây. Máy này được gọi là Tevatron. Tại Trung tâm nghiên cứu hạt nhân Châu Âu (Centre Européen de recherche nucléaire – CERN) tại Thụy Sĩ, hiện đang xây dựng máy gia tốc va chạm chùm hạt proton – proton LHC (Large Hardon Collider) năng lượng 15 TeV hay 15000 GeV, dự tính sẽ hoàn thành vào năm 1997 – 1998.

Chu vi của đường hầm đặt máy lên đến 27 km, một phần trên đất Pháp, một phần trên đất Thụy Sĩ. Mỹ có kế hoạch xây dựng tại Bang Texas máy gia tốc va chạm chùm hạt proton – proton SSC (superconducting Super Collider), năng lượng 43 TeV (43.000 GeV). Dự án này đang gây nên tranh cãi vì vốn đầu tư quá lớn.

Tháng 4 – 1992, vệ tinh Cobe (Cosmic Background Explorer: người thám hiểm nền Vũ trụ) đã truyền về Trái đất hình ảnh Vũ trụ khi mới hình thành sau vụ nổ lớn (*Big Bang*) cách đây chừng 15 tỷ năm. Lúc ấy, Vũ trụ giống như một *"bát cháo đặc"* gồm 2 loại hạt: quark và gluon.

Dưới tác dụng của "*lực mạnh*" truyền bằng gluon, các hạt quark đã kết hợp lại thành protôn, nơtrôn, rồi thành nguyên tử, phân tử, các nguyên tố hoá học, vật chất, Vũ trụ... Ở đây, vật lý hạt cơ bản đã gặp vật lý thiên văn, Thế giới vô cùng nhỏ đã gặp Thế giới vô cùng lớn. Các nhà khoa học hy vọng rằng trên các máy gia tốc năng lượng lớn có thể tái tạo lại sự ra đời của Vũ trụ.

NHỮNG CHẶNG ĐƯỜNG CỦA KỶ NGUYÊN DU HÀNH VŨ TRỤ

Nhà văn người Pháp Jules Verne (Giuyn Vécnơ 1828 - 1905) được xem là người sáng tạo ra một thể loại văn học mới: *tiểu thuyết khoa học viễn tưởng*. Trong gần 40 năm sáng tác, ông đã viết trên 100 cuốn sách khoa học viễn tưởng tiên đoán được hầu hết các phát minh của khoa học hiện đại: từ tàu ngầm, máy bay đến nhà chọc trời, vô tuyến điện, truyền hình... Trong cuốn sách nổi tiếng xuất bản cách đây vừa đúng 140 năm, vào năm 1865, nhan đề ***Từ Trái đất lên Mặt trăng,*** Jules Verne đã tưởng tượng cho ba người bay lên Mặt trăng bằng một khẩu đại bác nòng dài 300m đặt trong một cái giếng sâu. Khẩu đại bác được tác giả đặt tên là *Columbiad* và 104 năm sau, ngày 16 Tháng Bảy 1969 khi Mỹ phóng tàu Vũ trụ Apollo đưa ba người lên Mặt trăng thì bộ phận chính của tàu Apollo được đặt tên là *Columbia* để tưởng nhớ nhà văn viết truyện khoa học viễn tưởng thiên tài đã tiên đoán cuộc đổ bộ của con người lên Mặt trăng trước đó hơn một Thế kỷ.

Người thực sự đã đặt nền móng cho lý thuyết về du hành Vũ trụ mà ngày nay toàn Thế giới đều công nhận là nhà Bác học thiên tài người Nga *Konstantin Tsiolkovski* (1857 - 1935). Ngồi dạy học ở vùng nông thôn hẻo lánh của nước Nga nghèo nàn, lạc hậu dưới thời Nga hoàng, *ông giáo trường làng Tsiolkovski* đã say mê lao vào công tác nghiên cứu khoa học và để óc tưởng tượng của mình bay lên đến tận các vì sao. Người ta thường gọi *Tsiolkovski là người hay mơ mộng của xứ Kagula*; nhưng thực ra ông không phải chỉ có mơ mộng mà còn dày

công nghiên cứu, vẽ các bản thiết kế tên lửa, tính toán sáng tạo ra những công thức cơ bản về động lực học tên lửa. Công thức tính toán tốc độ của tên lửa khi rời bệ phóng thường được gọi là *công thức* ***Tsiolkovski***, ngày nay vẫn còn là một công thức chủ yếu cho các Kỹ sư thiết kế về tên lửa. Tsiolkovski đã từng nói: "*Trái đất là cái nôi nuôi dưỡng con người, nhưng cũng như đứa trẻ không thể ở mãi trong nôi, con người cũng sẽ từng bước rời khỏi Trái đất và đi vào khoảng không Vũ trụ*".

Lời tiên đoán ấy hơn nửa Thế kỷ nay đã trở thành hiện thực khi Liên Xô phóng vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái đất ngày 4 Tháng 10 năm 1957 nặng 83,6 kilôgam. Vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Mỹ nặng 14 kilôgam được đưa lên quỹ đạo ngày 1 Tháng 2 năm 1958. Ngày 12 Tháng 4 năm 1961, Liên Xô phóng tàu Vũ trụ *phương Đông* 1 chở nhà du hành Vũ trụ đầu tiên của Thế giới, Iuri Gagarin. Mỹ đưa nhà du hành Vũ trụ đầu tiên John Glenn lên quỹ đạo ngày 20 Tháng 2 năm 1962 trên tàu Vũ trụ *Sao Thuỷ*.

Trong thời gian 1961 – 1963, Liên Xô đã phóng 6 con tàu Vũ trụ *phương Đông* chở 1 người và Mỹ phóng 6 con tàu *Sao Thuỷ* chở 1 người. Ngày 16 Tháng 6 năm 1963, tàu Vũ trụ *phương Đông* 6 đã đưa lên quỹ đạo nhà nữ phi hành Vũ trụ đầu tiên *Valentina Trerechkova*.

Sang năm 1964, Liên Xô phóng tàu Vũ trụ kiểu mới mang tên *Rạng Đông* chở 2 – 3 người và Mỹ cũng phóng tàu Vũ trụ*Giêmini* chở 2 người. Có thể nói rằng, trong 10 năm đầu của kỷ nguyên Vũ trụ 1957 – 1967, chương trình nghiên cứu thám hiểm Vũ trụ của Liên Xô và Mỹ hoàn toàn giống nhau: phóng vệ tinh nhân tạo, phóng con tàu Vũ trụ chở 1 người rồi đến tàu Vũ trụ chở 2 – 3 người.

Bước sang năm 1967, hai nước đi theo hai con đường khác nhau. Phía Liên Xô thì phóng các con tàu *Liên hợp* có khả năng điều khiển linh hoạt để có thể lắp ghép trên quỹ đạo nhằm xây dựng những trạm quỹ đạo lớn chở nhiều người bay dài ngày quanh Trái đất, nhằm sử dụng những thành tựu khoa học Vũ trụ phục vụ cho lợi ích của con người. Phía Mỹ tập trung thực hiện chương trình Apollo chuẩn bị đưa người lên Mặt trăng.

Tàu Vũ trụ *Liên hợp* 1 được phóng lên ngày 25 Tháng 4 năm 1967 và ngày 19 Tháng 4 năm 1971, trạm quỹ đạo *Chào mừng* 1 nặng gần 20 tấn, dài 16 mét được đưa lên quỹ đạo, tiếp theo là nhiều trạm *Chào mừng* khác cho đến trạm *Chào mừng 7* là trạm cuối cùng phóng vào năm 1982. Tháng 2 năm 1986, Liên Xô đưa vào Vũ trụ một trạm quỹ đạo kiểu mới mang tên *Hoà bình* có sáu chỗ ráp nối. Hàng chục tàu Vũ trụ *Liên hợp* đã được ráp nối với trạm quỹ đạo *Chào mừng, Hoà bình*, các nhà du hành Vũ trụ thuộc nhiều nước đã đáp tàu Vũ trụ *Liên hợp* lên làm việc trên trạm quỹ đạo, trong ấy có nhà du hành Vũ trụ Phạm Tuân của Việt Nam.

Ngày 16 Tháng 7 năm 1969, Mỹ đã phóng tàu Vũ trụ *Apollo 11* nặng gần 100 tấn bằng tên lửa *Sao Thổ* 5 có sức đẩy 3.400 tấn đưa ba người Mỹ Amstrong, Aldrin và Collins bay về phía Mặt trăng. Ngày 19 Tháng 7 năm 1969, khi *tàu mẹ* – mang tên *Columbia* chở Collins bay trên quỹ đạo quanh Mặt trăng thì *tàu con* - mang tên *Chim ưng* đã được tách ra và đổ bộ lên Mặt trăng. Amstrong là người đầu tiên ra khỏi con tàu và câu nói đầu tiên của anh trước khi đặt chân lên Mặt trăng là: ***Một bước nhỏ của con người, một bước lớn của nhân loại.***

Tiếp theo chuyến bay của tàu Vũ trụ *Apollo 11*, Mỹ đã phóng thêm 6 tàu Vũ trụ *Apollo*, chuyến bay cuối cùng là của tàu *Apollo 17* phóng vào Tháng 12 – 1972. Tổng cộng đã có 12 nhà Vũ trụ Mỹ đặt chân lên Mặt trăng, ở trên Mặt trăng thời gian tổng cộng là 12,5 ngày, đi lại 92,3 km trên Mặt trăng, đem từ Mặt trăng về 2196 mẫu đất đá Mặt trăng nặng tất cả 381,7 kg. Toàn bộ chi phí cho chương trình *Apollo* là 25 tỷ đôla.

Sau chương trình *Apollo*, Mỹ chuẩn bị thực hiện kế hoạch phóng *tàu con thoi (Navette spatiale – space shuttle)*. Ngày 12 – 4 – 1981, đúng 20 năm sau chuyến bay của nhà du hành Vũ trụ đầu tiên của Thế giới *Iuri Gagarin* (12 – 4 – 1961), từ sân bay Vũ trụ Kennedy ở mũi Cavaveral thuộc Bang Florida, Mỹ phóng tàu con thoi Vũ trụ đầu tiên mang tên *Columbia*.

Tính cho đến chuyến bay gần đây nhất vào đầu Tháng 8 – 2005, đã có 114 chuyến bay của 5 tàu con thoi Vũ trụ Mỹ mang tên *Columbia, Challenger,*

Discovery, Atlantis, Endeavour. Đã có khoảng 300 nhà du hành Vũ trụ thuộc gần 20 nước đi trên các con tàu này với tổng số giờ bay khoảng 70.000 giờ.

Khác với các con tàu Vũ trụ của Liên Xô và Mỹ trước đây như *Phương Đông, Rạng Đông, Liên hợp, Sao Thuỷ, Gemini, Apollo*...khi rời khỏi quỹ đạo trở về Trái đất không thể về nguyên vẹn mà phải tách ra, chỉ phần đổ bộ trở về, các phần khác bị thiêu huỷ do cọ sát với lớp khí quyển dày đặc, tàu con thoi Vũ trụ trở về Trái đất nguyên vẹn và hạ xuống sân bay như máy bay. Muốn không bị cháy trong khí quyển, mặt dưới của con tàu có lát khoảng 15.000 tấm gạch chịu nhiệt bằng silic.

Kế hoạch phóng tàu con thoi Vũ trụ tiến hành thuận lợi được gần 5 năm thì xảy ra tai nạn. Ngày 28 – 1- 1986, trong chuyến bay thứ 25 của tàu con thoi Vũ trụ, tàu *Challenger* chở 7 nhà du hành Vũ trụ (trong ấy có 2 phụ nữ) đã bốc cháy sau khi tên lửa khởi động 72 giây, toàn bộ phi hành đoàn đã hy sinh. Hơn 30 Tháng sau tai nạn này, đến ngày 24 – 4 – 1988, tàu con thoi Vũ trụ *Discovery* mới thực hiện thành công chuyến bay thứ 26 của chương trình phóng tàu con thoi Vũ trụ.

Sau tai nạn làm thiệt mạng cả 7 nhà du hành Vũ trụ của tàu con thoi Vũ trụ *Columbia* trong chuyến bay thứ 113 ngày 1 – 2 – 2003, kế hoạch tàu con thoi Vũ trụ phải dừng lại hơn hai năm. Chuyến bay thứ 114 với tàu con thoi Vũ trụ *Discovery* đã hoàn thành tốt đẹp khi 7 nhà du hành Vũ trụ đã trở về Trái đất an toàn vào ngày 9 – 8 – 2005, kết thúc chuyến bay kéo dài 14 ngày đầy thử thách, buộc các nhà du hành Vũ trụ phải bước ra khoảng không Vũ trụ để khắc phục những sự cố trên thân tàu.

Trong tình hình Quốc tế mới, sự cạnh tranh trong Vũ trụ được thay thế bằng xu thế hợp tác. Ngày 2 – 9 – 1993, Nga và Mỹ đã ký kết một hiệp định hợp tác nhằm xây dựng trên quỹ đạo quanh Trái đất Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS *(International Space Station)* nặng 460 tấn, dài 108 mét, rộng 74 mét, bay cách mặt đất trong khoảng 335 km – 450 km, bay một vòng quanh Trái đất hết 90 phút, cho phép quan sát 85% diện tích Trái đất bao gồm 95% dân số. Trạm ISS được xây dựng với sự hợp tác của các nước Nga, Mỹ, Canađa, Nhật và Cộng đồng Châu Âu với tổng chi phí khoảng 100 tỷ USD. Những đêm đẹp trời, bằng mắt thường ta có thể nhìn thấy Trạm Vũ trụ Quốc tế này như một ngôi sao sáng hơn tất cả các thiên thể khác trên bầu trời, chỉ trừ Sao Kim và Mặt trăng. Trạm bay quanh Trái đất một vòng hết 90 phút, chuyển động rất nhanh trên bầu trời nên ta có thể dễ dàng phân biệt với các vì sao khác.

Báo chí Thế giới đã gọi Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS là "*Ngôi nhà chung trong Vũ trụ*". Trong ngôi nhà chung này, các nhà khoa học nhiều ngành nghề khác nhau thuộc nhiều nước sẽ cùng nhau nghiên cứu những vấn đề lý thuyết như thiên văn học, vật lý năng lượng cao, y sinh học Vũ trụ... và cả những vấn đề thực tế như chế tạo vật liệu mới, thăm dò tài nguyên thiên nhiên, dự báo những biến đổi khí hậu trên Trái đất, quan sát lỗ thủng tầng Ôzôn và tình trạng nhiễm bẩn của khí quyển, tìm ra thuốc chống lão hoá và kéo dài tuổi thọ cho con người...

Việc xây dựng Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS được khởi đầu ngày 20 – 11 – 1998 với việc Nga phóng môđun đầu tiên mang tên "*Bình minh*" (Zaria) bằng tên lửa *Prôton* lên quỹ đạo cách mặt đất 280 km. Môđun này là một trạm không người lái, dài 12m, đường kính 4,5m, nặng 23 tấn, giống như môđun chính của trạm quỹ đạo "*Hoà bình*" mà Nga phóng lên ngày 19 – 2 – 1986 và được điều khiển cho thiêu huỷ trong khí quyển ngày 23 – 3 – 2001, sau 15 năm hoạt động trên quỹ đạo. Môđun này có chức năng cung cấp điện, điều hoà nhiệt độ, liên lạc viễn thông, tăng tốc và định hướng bằng tên lửa nhỏ...

Gần một Tháng sau, ngày 4 Tháng 12 năm 1998, một môđun của Mỹ mang tên "*Đoàn kết*" (Unity) đã được tàu con thoi Vũ trụ Mỹ Endeavour đưa lên lắp nối với môđun "*Bình minh*" của Nga. Ngày 12 Tháng 7 năm 2000, Nga lại đưa lên quỹ đạo một môđun mang tên "*Ngôi sao*" (Zvêdơđa) dùng làm nơi ăn, ngủ, và làm việc dài ngày cho các nhà du hành Vũ trụ. Cũng trong năm 2000, Mỹ phóng thêm một môđun mang tên *"Số mệnh" (Destiny).*

Ngày 22 Tháng 4 năm 2001, một tay máy do Canada chế tạo dài 17,6m, giá 900 triệu USD đã được đưa lên trạm ISS nhằm phục vụ cho việc lắp ghép các môđun và phòng thí nghiệm sau này.

Trong những năm qua, đã có nhiều đoàn các nhà du hành Vũ trụ thuộc nhiều nước dùng tàu con thoi Vũ trụ của Mỹ hay tàu Vũ trụ Liên hợp (Soyuz) của Nga lên sống và làm việc dài ngày trên trạm Vũ trụ Quốc tế ISS. Từ Tháng 1 năm 2003, sau tai nạn làm chết bảy người trên tàu con thoi Vũ trụ *Columbia,* Mỹ đã ngừng các chuyến bay của tàu con thoi Vũ trụ là phương tiện duy nhất để đưa các nhà du hành Vũ trụ lên trạm ISS và trở về Trái đất, là tàu Vũ trụ Soyuz của Nga, cho đến chuyến bay thành công của tàu con thoi Vũ trụ Mỹ *Discovery* vài đầu Tháng 8 năm 2005.

Trong những năm tới, việc xây dựng trạm Vũ trụ Quốc tế ISS sẽ được tiếp tục với nhiều môđun của Nga, Mỹ, Nhật và Cộng đồng Châu Âu, được đưa lên quỹ đạo bằng tàu con thoi Vũ trụ của Mỹ, hay tên lửa prôton của Nga, tên lửa Ariane 5 của Cộng đồng Châu Âu.

Trên trạm Vũ trụ ISS, liên tiếp trong hai năm 2001 và 2002 đã diễn ra hai cuộc "*du hành Vũ trụ*" của nhà tỷ phú Mỹ *Dennis Tito* 61 tuổi và nhà triệu phú người Nam Phi *Mark Shuttleworth* 28 tuổi. Hai vị khách đi du lịch Vũ trụ này đã trả cho Nga mỗi người 20 triệu đôla để được luyện tập trong trung tâm huấn luyện các nhà du hành Vũ trụ mang tên *Iuri Gagarin* trong "*Thành phố các vì sao*" ở gần *Moskva,* sau đấy đi tàu Vũ trụ "*Liên hợp TM*" của Nga lên du lịch trên tàu Vũ trụ Quốc tế ISS trong một tuần lễ.

Sau khi an toàn trở về Trái đất vào ngày 6 Tháng 5 năm 2001, vị du khách Vũ trụ đầu tiên, nhà tỷ phú Dennis Tito đã phát biểu: "*Thật là một cuộc du lịch thú vị không thể nào tả được. Tôi đã sống 60 năm trên Trái đất và 8 ngày trong Vũ trụ. Tôi có cảm giác rằng đấy là hai phần khác nhau của cuộc đời tôi*".

Sau khi được phóng lên bằng tàu Vũ trụ Nga Liên hợp TM – 34 ngày 25 – 4 – 2002, du khách Vũ trụ thứ hai *Mark Shuttleworth* đã ở trên trạm Quốc tế ISS một tuần lễ, khi trở về mặt đất trả lời phỏng vấn của các nhà báo, đã nói: ***"Đây là ước mơ từ thời thơ ấu của tôi và tôi rất mừng là ước mơ ấy đã trở thành hiện thực".***

Du khách Vũ trụ thứ ba vừa đi tàu Vũ trụ Liên hợp của Nga ngày 1 – 10 – 2005 lên trạm ISS 10 ngày và trở về mặt đất ngày 11 – 10 – 2005 là nhà kinh doanh, tiến sĩ Vật lý *Gregory Olsen* tốt nghiệp trường Đại học *Virginia,* 60 tuổi, được xem là biểu tượng thành đạt trong lòng nước Mỹ. Ông là Chủ tịch Công ty *Sensors Unlimited Inc*; một Công ty hàng đầu trong lĩnh vực quang điện tử có đối tác là Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ *(NASA).* Dưới bàn tay của ông, Công ty *Sensors Unlimited Inc* đã trở thành Công ty hàng đầu trong lĩnh vực sợi quang học và chất bán dẫn thu ảnh, từng được bình chọn là *"Công ty điện tử của năm"* tại Bang *New Jersey".* Bản thân tiến sĩ *Gregory Olsen* đã có hơn 10 bằng sáng chế cấp Quốc gia Mỹ. Ông hy vọng tình trạng không trọng lượng trong không gian sẽ giúp ông nghiên cứu tạo ra những dạng tinh thể đặc biệt dùng cho máy cảm biến hồng ngoại và các ứng dụng công nghệ cao khác.

Dự kiến du khách Vũ trụ thứ tư sẽ là nhà kinh doanh Nhật Bản 34 tuổi *Daisuke Enomoto,* đã được kiểm tra sức khoẻ và chuẩn bị luyện tập để bay bằng tàu Vũ trụ Liên hợp lên trạm Vũ trụ Quốc tế ISS trong năm 2006.

Du lịch Vũ trụ đang trở thành một ngành kinh doanh ngày càng phát triển và hy vọng trong tương lai không xa, không chỉ người giàu và cả những người có mức thu nhập trung bình cũng có thể có những kỳ nghỉ hè thú vị trong Vũ trụ.

NGHIÊN CỨU THÁM HIỂM CÁC HÀNH TINH

Đồng thời với các chuyến bay quanh Trái đất và lên Mặt trăng, cả Liên Xô và Mỹ đã phóng các trạm tự động lên khảo sát các hành tinh trong hệ Mặt trời, trước tiên là hai hành tinh gần nhất: Sao Kim và Sao Hoả. Sao Kim ở cách Trái đất lúc gần nhất là 41 triệu kilômét và lúc xa nhất là 250 triệu kilômét; còn Sao Hoả lúc gần nhất là 55 triệu kilômét, lúc xa nhất là 400 triệu kilômét. Liên Xô đã phóng trạm tự động đầu tiên lên Sao Kim vào Tháng 2 năm 1961 và lên Sao Hoả vào Tháng 11 năm 1963. Tiếp theo nhiều trạm tự động của Liên Xô mang tên Sao Kim, Sao Hoả và trạm tự động của Mỹ mang tên Marinơ, Vaikinh đã bay quanh Sao Kim và Sao Hoả, đổ bộ xuống bề mặt hai hành

tinh này, đo đạc thành phần khí quyển, áp suất, nhiệt độ, phân tích mẫu đất đá và truyền kết quả về Trái đất. Kết quả đo đạc cho thấy nhiệt độ trên bề mặt Sao Kim gần 500^{0}C, thành phần khí quyển chủ yếu là than khí cacbônic (CO_2). Trên Sao Hoả, nhiệt độ ở khu vực trạm tự động đổ bộ lúc lạnh nhất là -83^{0}C, lúc nóng nhất cũng chỉ là -6^{0}C. Thành phần khí quyển chủ yếu là khí cacbônic, ôxy không đáng kể. Mật độ không khí trên Sao Hoả chỉ bằng 1/10 mật độ không khí trên Trái đất. Trước đây, trong một thời gian dài người ta cho rằng trên Sao Hoả có người. Năm 1877, nhà thiên văn học người Italia *Schiaparelli* dùng kính thiên văn nhìn lên Sao Hoả thấy có những vạch thẳng mà người ta gọi là *Sông đào trên Sao Hoả*, Sông đào này chắc phải là công trình của những người văn minh. Giả thiết này hấp dẫn đến nỗi nhà doanh nghiệp người Mỹ *Percival Lowell* đã bỏ tiền xây dựng một đài thiên văn chuyên nghiên cứu về Sao Hoả và đã lập ra bản đồ ghi trên một nghìn Sông đào. Ngày nay, sau khi hàng loạt trạm tự động đã nghiên cứu thám hiểm Sao Hoả thì câu chuyện người Sao Hoả và người Sao Kim chỉ là những câu chuyện hoang đường. Trên các hành tinh ở gần Mặt trời hay xa Mặt trời hơn so với Trái đất càng không thể có khả năng có con người hay cuộc sống văn minh.

Từ sau cuộc phóng hai trạm tự động "*Vai kinh*" (Viking) năm 1975 – 1976 đổ bộ nhẹ nhàng xuống bề mặt Sao Hoả, tiến hành phân tích mẫu đất đá trên bề mặt Sao Hoả và truyền kết quả về Trái đất, bẵng đi hơn 20 năm, đến năm 1996 Mỹ lại tiếp tục công cuộc thám hiểm Sao Hoả bằng trạm tự động "*Mars Pathfinder*" (có thể dịch là "*Người tìm đường lên Sao Hoả*"). Trạm tự động này được phóng lên ngày 4 – 12 – 1996. Sau một chuyến bay kéo dài đúng 7 Tháng trên chặng đường 496 triệu km, ngày 4 – 7 – 1997, trạm tự động đã đi vào khí quyển Sao Hoả. Khi cách bề mặt Sao Hoả 11 km, một tấm dù rộng 13 m được mở ra và khi còn cách 61 m, tên lửa hãm được khởi động đưa trạm tự động chạm bề mặt Sao Hoả với tốc độ 35 km/giờ. Sau một loạt nhảy lên rồi rơi xuống mất 92 giây, trạm tự động đã dừng lại và lần đầu tiên một chiếc xe tự hành 6 bánh chui ra khỏi trạm tự động và bắt đầu cuộc thám hiểm bề mặt Sao Hoả. Xe tự hành này chỉ nặng 10 kg, dài 65 cm, rộng 48 cm, cao 32 cm và được đặt tên là "*Sojourner*". Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ đã mở ra một cuộc thi đặt tên cho xe tự hành này. Một em nữ sinh 13 tuổi đã thắng cuộc vì cái tên mà em đặt là "*Sojourner*" để kỷ niệm nữ chiến sĩ đấu tranh cho quyền lợi của phụ nữ Mỹ ở Thế kỷ XIX tên là "*Sojourner Truth*". Cái tên được xếp thứ hai là Marie Curie, tên nhà nữ Bác học nguyên tử Pháp gốc Ba Lan, hai lần được tặng giải thưởng Nobel.

Mở đầu năm 2004, ngày 4 – 1 – 2004, một chiếc xe tự hành 6 bánh được đặt tên là "*Tinh thần*" (Spirit) do Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ (NASA) phóng lên từ mũi Canaveral, Bang Florida miền Nam nước Mỹ, sau một chuyến bay dài gần 7 Tháng, đã đổ bộ nhẹ nhàng xuống miệng núi lửa Gusev ở vùng gần Xích đạo Sao Hoả. Chiếc xe này nặng 173 kg, gấp nhiều lần chiếc xe tự hành 6 bánh Sojourner chỉ nặng 10 kg mà NASA đã đặt xuống bề mặt Sao Hoả cách đây hơn 7 năm, ngày 4 – 7 – 1997.

Đúng 3 tuần lễ sau, ngày 25 – 1 – 2004, một chiếc xe tự hành thứ hai tương tự như chiếc thứ nhất mang tên "*Cơ hội*" (Opportunity) lại đổ bộ xuống miệng núi lửa Eagle cũng trên vùng Xích đạo Sao Hoả, nhưng đối diện với nơi đổ bộ của trạm tự hành "*Tinh thần*". Khi đến gần bề mặt Sao Hoả với vận tốc 19.000 km/giờ (tức là 5,3 km/giây), một chiếc dù lớn được mở ra cùng với những túi không khí cho phép xe tự hành hạ xuống bề mặt Sao Hoả hết sức nhẹ nhàng, với phụ tải gia tốc chỉ bằng 3g (g là gia tốc trọng trường trên Trái đất bằng 9,81 m/s^2), trong lúc trạm tự hành đã được thiết kế để chi phụ tải gia tốc đến 40g (con tàu Phương Đông 1 chở nhà du hành Vũ trụ đầu tiên của Trái đất Iuri Gagarin đã hạ xuống mặt đất với phụ tải gia tốc bằng 9g).

Cũng vào đầu năm 2004, trạm tự động mang tên "*Tàu tốc hành lên Sao Hoả*" (Mars Express) do Cơ quan Vũ trụ Châu Âu ESA (European Space Agency) phóng lên đã đưa được vào quỹ đạo quanh Sao Hoả, làm nhiệm vụ thám sát bề mặt Sao Hoả cùng lúc với hai trạm tự động "*Người thám sát toàn cầu Sao Hoả*" (Mars Global Surveyor) và "*Viễn du Sao Hoả*" (Mars Odyssey) mà Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ (NASA) đã phóng lên năm 1996 và năm 2001.

Chúng ta có thể hình dung một cảnh tượng hiếm thấy xảy ra trong những Tháng đầu của năm 2004 là cùng một lúc có hai xe tự hành dùng các tấm pin Mặt trời đi lại trên bề mặt Sao Hoả và ba trạm tự động bay trên quỹ đạo quanh Sao Hoả, liên tục đo đạc, chụp ảnh và truyền số liệu về Trái đất.

Trong một bài nhan đề "*Sao Hoả: cơn mưa số liệu*" trên số Tháng 9 – 2004 của tạp chí *Nghiên cứu*, một tạp chí phổ biến khoa học ở trình độ cao nổi tiếng ở Pháp, có đăng một loạt ảnh màu do các xe tự hành và trạm tự động chụp được. Một bức ảnh được các nhà khoa học, đặc biệt là các nhà địa chất học thích thú nhất là bức ảnh do xe tự hành "*Cơ hội*" chụp và truyền về Trái đất vào Tháng 5 – 2004 cho thấy những hạt bi nhỏ tròn cấu tạo bằng hematite là một khoáng sản chỉ hình thành trên Trái đất khi có sự hiện diện của nước. Một bức ảnh khác do trạm tự động "*Tàu tốc hành Sao Hoả*" của Cộng đồng Châu Âu truyền về cho thấy dấu vết những lòng Sông dưới đáy các thung lũng.

Sao Hoả cùng với toàn bộ hệ Mặt trời hình thành cách đây chừng 4,5 tỷ năm. Chắc rằng cách đây chừng 3,6 đến 4 tỷ năm Sao Hoả tràn trề nước. Có nước thì có sự sống. Tuy nhiên kích thước Sao Hoả nhỏ, đường kính chỉ bằng một nửa đường kính Trái đất, khối lượng chỉ bằng một phần mười khối lượng Trái đất. Khối lượng nhỏ thì sức hút yếu, vì vậy Sao Hoả đã không giữ nổi bầu khí quyển và toàn bộ nước đã bốc hơi bay vào Vũ trụ. Có lẽ rằng trận mưa cuối cùng trên Sao Hoả đã xảy ra cách đây chừng 3 tỷ năm. Ngày nay, bề mặt Sao Hoả đã là một hoang mạc mênh mông với những ngọn núi cao (có núi cao 27 km, cao nhất trong hệ Mặt trời), những thung lũng sâu, vết tích của một thời xa xưa sầm uất.

Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ vào Tháng 3 – 2005 đã đưa trạm tự động "*Trạm quỹ đạo trinh sát Sao Hoả*" mang những ăng – ten dài 20m cực kỳ hiện đại do Cộng đồng Châu Âu chế tạo nhằm xác định lượng nước ngầm có dưới lòng đất Sao Hoả. Đây là điều cần thiết để chuẩn bị đưa con người lên Sao Hoả trong một tương lai không xa.

Ngày 1 – 7 – 2004, sau một chuyến bay kéo dài 7 năm trên một chặng đường dài 3,52 tỷ km, trạm tự động Cassini do Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ (NASA), Cơ quan Vũ trụ Châu Âu ESA và Cơ quan Vũ trụ Italia ASL hợp tác phóng lên ngày 15 – 11 – 1997 đã đi vào quỹ đạo quanh Sao Thổ (Saturne), hành tinh lớn thứ hai trong hệ Mặt trời, đường kính gấp 9,46 lần đường kính Trái đất, ở cách Mặt trời 1,425 triệu km, gần gấp 10 lần khoảng cách từ Mặt trời đến Trái đất (150 triệu km). Có thể nói đây là chuyến thám hiểm các hành tinh kéo dài nhất, tốn kém nhất (3,3 tỷ USD) đến một hành tinh xa trong hệ Mặt trời.

Trạm tự động Cassini dài gần 7m, rộng 4m, nặng 6 tấn, được đặt tên theo nhà thiên văn học người Pháp gốc Italia Jean Dominique Cassini (1625 – 1712), người đã có công phát hiện 4 vệ tinh lớn của Sao Thổ. Sau hơn 5 Tháng bay trên quỹ đạo quanh Sao Thổ, ngày 25 – 12 – 2004, một mô đun thăm dò nặng 340 kg, đường kính 2,7 mét được tách ra và bay về phía Titan, vệ tinh lớn nhất của Sao Thổ, đường kính 5.150 km. Mô đun thăm dò này do Cơ quan Vũ trụ Châu Âu chế tạo, được đặt theo tên nhà vật lý và thiên văn học Hà Lan Christian Huygens (1692 – 1695) nổi tiếng trong lĩnh vực chế tạo kính thiên văn, người đã lần đầu tiên phát hiện ra vệ tinh Titan cũng như phát hiện các vành đai nổi tiếng của Sao Thổ.

Ngày 14 – 1 – 2005, mô đun thăm dò Huygens đi vào khí quyển của vệ tinh Titan. Do cọ sát với khí quyển nên tốc độ giảm dần. Khi còn cách bề mặt Titan 170 km, một tấm dù lớn mở ra, các máy móc khoa học bắt đầu làm việc. Trong 2 giờ 30 phút, các máy móc đặt trong mô - đun thăm dò áp suất, nhiệt độ, thành phần khí quyển, chủ yếu là phát hiện các phân tử hữu cơ,v.v...Tất cả những số liệu này được truyền lên cho trạm tự động Cassini bay trên quỹ đạo quanh Sao Thổ và trạm này truyền về Trái đất, qua các ăng – ten dài 4 mét và có độ khuếch đại rất cao do Cơ quan Vũ trụ Italia chế tạo.

Khác với Sao Thổ không có bề mặt rắn, vệ tinh Titan có bề mặt rắn giống như Trái đất và bầu khí quyển của Titan gồm chủ yếu là khí nitơ và mêtan, rất giống với bầu khí quyển của Trái đất cách đây chừng 4 tỷ năm. Có lẽ trong bầu khí quyển của Titan chứa đầy những phân tử hữu cơ giống như những cái đã làm mầm mống cho sự sống sinh sôi nảy nở trên Trái đất. Một nhà khoa học của Trung tâm Vũ

trụ Châu Âu phụ trách chế tạo môđun Huygens đã phát biểu: "*Đi lên vệ tinh Titan cũng giống như trở về quá khứ xa xôi của Trái đất*".

Một Tháng sau khi trạm tự động Cassini đi vào quỹ đạo quanh Sao Thổ, ngày 3 – 8 – 2004 Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ lại phóng về phía Sao Thuỷ một trạm thăm dò mang tên "*Messinger*". Sao Thuỷ là hành tinh ở gần Mặt trời nhất, cách Mặt trời 58 triệu km (khoảng cách từ Trái đất đến Mặt trời là 150 triệu km). Đường kính ở Xích đạo của Sao Thuỷ là 4.887 km, bằng 38% đường kính ở Xích đạo của Trái đất (12,750 km) và lớn hơn đường kính Mặt trăng một ít.

Cách đây đúng 30 năm, ngày 29 – 3 – 1974, trạm thăm dò "*Mariner 10*" của Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ đã bay ngang qua Sao Thuỷ, chỉ cách bề mặt Sao Thuỷ 705 km. Các bức ảnh do trạm "*Mariner 10*" chụp được cho thấy bề mặt Sao Thuỷ chi chít miệng núi lửa giống như bề mặt Mặt trăng. Sao Thuỷ ở rất gần Mặt trời nên nhiệt độ ở đường Xích đạo vào giữa trưa có thể lên đến 400^0C và ban đêm lạnh đến -200^0C. Mật độ vật chất trên Sao Thuỷ rất cao, có thể 2/3 Sao Thuỷ cấu tạo bằng sắt.

Thông thường một trạm tự động từ Trái đất lên Sao Thuỷ chỉ mất 5 Tháng. Lần này các nhà khoa học tính toán đi đường vòng, lợi dụng lực hấp dẫn của Trái đất và Sao Kim để giảm tiêu hao nhiên liệu, vì vậy chuyến bay của trạm tự động "*Messinger*" phải kéo dài 7 năm, dự định vào Tháng 3 – 2011 mới đi vào quỹ đạo quanh Sao Thuỷ, chụp ảnh, lập bản đồ địa mạo và phát hiện nguồn nước trên Sao Thuỷ.

ỨNG DỤNG CỦA KHOA HỌC VŨ TRỤ PHỤC VỤ ĐỜI SỐNG CON NGƯỜI

Chỉ hơn một năm sau ngày con người lần đầu tiên bay vào Vũ trụ (12 – 4 – 1961), ngày 10 – 7 – 1962, Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ (NASA) đã phóng vệ tinh viễn thông đầu tiên mang tên Telstar. Vệ tinh này có đường kính 85 cm, nặng 77 kg, bay cách mặt đất điểm gần nhất là 954 km, điểm xa nhất là 5638 km, thời gian bay một vòng quanh Trái đất hết 157,8 phút. Ngày 13 – 7 – 1962, chương trình vô tuyến truyền hình Mỹ lần đầu tiên được truyền qua vệ tinh sang Pháp và được thu nhận rất tốt. Đây là ngày mở đầu cho kỹ thuật hiện đại: Truyền hình ảnh, tin tức điện thoại, điện báo qua vệ tinh.

Chúng ta biết rằng, sóng của các đài phát thanh phản xạ qua tầng điện li nên có thể truyền đi khắp Thế giới, còn sóng vô tuyến truyền hình là sóng cực ngắn, chỉ có thể truyền thẳng mà không phản xạ được qua tầng điện li, vì vậy, muốn truyền đi xa thì phải xây tháp vô tuyến truyền hình thật cao. Tuy nhiên, một cái tháp cao 533 m như Tháp Ostankino ở Nga cũng chỉ có thể truyền đi xa khoảng 100 – 200 km. Ngày nay, người ta đã khắc phục trở ngại bằng cách truyền hình vô tuyến qua vệ tinh.

Ở Liên Xô, vệ tinh viễn thông đầu tiên mang tên "*Tia chớp*" được phóng lên ngày 23 – 4 – 1965. Trên vệ tinh này có đặt các máy thu và phát tín hiệu vô tuyến truyền hình. Hình ảnh biến thành tín hiệu sóng cực ngắn từ đài vô tuyến truyền hình Moskva phát lên được máy thu trên vệ tinh thu lại và khuếch đại lên một triệu lần, sau đấy được máy phát cực mạnh phát trở về Trái đất. Nhờ vệ tinh "*Tia chớp 1*", ngày 25 – 4 – 1965, lần đầu tiên khán giả vô tuyến truyền hình ở Vladivôxtốc Thành phố Cực Đông Liên Xô đã có thể nhìn thấy hình ảnh phát ra từ Thủ đô Moskva cách xa hơn 9000km.

Từ năm 1965 đến nay, trong gần 40 năm qua, Liên Xô đã phóng gần 150 vệ tinh viễn thông Tia chớp, trong ấy có 90 vệ tinh Tia chớp 1, 17 vệ tinh Tia chớp 2 và hơn 40 vệ tinh Tia chớp 3. Những vệ tinh này bay trên quỹ đạo hình elíp rất dẹt, điểm gần Trái đất nhất là 600 km, điểm xa nhất là 40.000 km, thời gian bay một vòng quanh Trái đất hết 12 giờ.

Hệ thống vệ tinh "*Tia chớp*" được kết hợp với một hệ thống trạm mặt đất mang tên "*Oócbita*". Bộ phận chủ yếu của những trạm này là những tấm gương bằng nhôm hình parabôlôit, đường kính từ 12 m đến 30 m. Tấm gương này là ăng ten thu tín hiệu từ các vệ tinh "*Tia chớp*" truyền về rồi khuếch đại lên, sau đấy lại truyền cho các Thành phố xung quanh. Liên Xô đã xây dựng được một mạng lưới gồm hơn 40

trạm "*Oócbita*" rải rác khắp đất nước từ Bắc xuống Nam, từ Tây sang Đông, đến cả những vùng núi cao hiểm trở ở Trung Á và vùng băng giá trên bờ Bắc Băng Dương, đưa hình ảnh phát ra từ Thủ đôMoskva đi khắp mọi nơi trong nước.

Năm 1967, Liên Xô cùng với các nước Xã hội Chủ nghĩa trước đây: Bungari, Rumani, Hungari, Ba Lan, CHDC Đức, Tiệp Khắc, Mông Cổ, Cu Ba thành lập chương trình hợp tác Quốc tế trong lĩnh vực chinh phục Vũ trụ mang tên "*Intecốtmốt*". Việt Nam tham gia chương trình này từ năm 1979.

Ngày 14 – 2 – 1963, Mỹ phóng vệ tinh "*Sincom-1*". Vệ tinh này bay trên độ cao cách mặt đất 35.800 km, thời gian bay một vòng quanh Trái đất hết 24 giờ, đúng bằng thời gian Trái đất quay một vòng quanh chính mình, vì vậy, vệ tinh xem như đứng yên so với Trái đất. Vệ tinh này được gọi là vệ tinh "*địa tĩnh*", các vệ tinh "*Xtatiônar*" truyền hình vô tuyến từ Liên Xô sang Việt Nam cũng là vệ tinh địa tĩnh.

Hệ thống Quốc tế về viễn thông qua vệ tinh mang tên "*Intelsat*" là hệ thống lớn nhất, hiện nay đã có 134 nước tham gia. Hệ thống này gồm khoảng 24 vệ tinh địa tĩnh phóng lên trên bầu trời Thái Bình Dương, Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương với hơn 800 trạm mặt đất. Từ các vệ tinh Intelsat đầu tiên năm 1965 chỉ thực hiện được 240 cuộc nói chuyện điện thoại cùng một lúc, nay vệ tinh Intelsat – 7 đã có thể cho phép thực hiện 100.000 cuộc nói chuyện điện thoại đồng thời.

Các nước Châu Á trước đây đều dùng hệ thống viễn thông Intelsat. Từ 10 đến 15 năm lại đây, cùng với sự phát triển kinh tế nhanh chóng và năng động, một số nước Châu Á cảm thấy nhu cầu bức thiết phải có hệ thống viễn thông dùng vệ tinh của chính mình.

Sau đây là vệ tinh viễn thông của một số nước Châu Á:

Nhật: 12 vệ tinh, bắt đầu phóng từ năm 1988 bằng tên lửa H1 do Nhật chế tạo, tên lửa Ariane – 4 của Châu Âu và tên lửa Titan, Alas của Mỹ.

Trung Quốc: 4 vệ tinh, bắt đầu phóng từ năm 1988 bằng tên lửa Trường Chinh do Trung Quốc chế tạo.

Ấn Độ: 5 vệ tinh Insat, bắt đầu phóng từ năm 1990 bằng tên lửa Delta của Mỹ và Ariane – 4 của Châu Âu.

Australia: 4 vệ tinh bắt đầu phóng từ năm 1985, 2 cái bằng tàu con thoi Vũ trụ Mỹ, 2 cái bằng tên lửa Trường Chinh của Trung Quốc.

Hồng Kông: 4 vệ tinh, bắt đầu phóng từ năm 1990 bằng tên lửa Trường Chinh của Trung Quốc.

Tôngga: Vương quốc có diện tích 700 km^2, 110.000 dân, nằm trong Quần đảo Pôlônêdi gần Australia, độc lập năm 1970 nằm trong Liên hiệp Anh. Vệ tinh đầu tiên được phóng từ năm 1983 bằng tên lửa Prôton do Nga chế tạo.

Indonesia: Indonesia là một nước có 180 triệu dân ở rải rác trên 13677 hòn đảo, vì vậy, thông tin liên lạc qua vệ tinh là một việc rất hữu ích và tiện lợi.

Indonesia có vệ tinh viễn thông của riêng mình sớm nhất trong vùng, từ năm 1987 đã có 5 vệ tinh, 3 cái phóng bằng tên lửa Delta của Mỹ, 2 cái phóng bằng tên lửa Ariane – 4 của Châu Âu.

Hàn Quốc: Có 2 vệ tinh KoreaSat 1 và KoreaSat 2 phóng vào năm 1995 và 1996 bằng tên lửa Delta của Mỹ...

Thái Lan: Có 2 vệ tinh Thaicom 1 và Thaicom 2 phóng vào năm 1993 và 1994 bằng tên lửa Ariane – 4 của Châu Âu.

Malaysia: Vệ tinh Measat 1 phóng vào năm 1995 bằng tên lửa Ariane – 4 của Châu Âu.

Nước ta hiện nay muốn truyền hình vô tuyến còn phải thuê vệ tinh viễn thông của nước ngoài nhưng đang chuẩn bị để có vệ tinh viễn thông của riêng mình. Trước đây do chưa đàm phán được quỹ đạo nên thời gian phóng vệ tinh (đặt tên là Vinasat) dự kiến trong năm 2005 đã phải lùi lại. Bộ Bưu chính – Viễn thông là cơ quan được Chính phủ giao nhiệm vụ đàm phán quỹ đạo, còn dự án đầu tư chế tạo và phóng vệ tinh do Tổng công ty Bưu chính – Viễn thông Việt Nam thực hiện. Sau khi hoàn tất việc đàm phán quỹ đạo, dự án đầu tư sẽ được phê duyệt và tổ chức đấu thầu.

Dự kiến vệ tinh Vinasat có kích cỡ trung bình. Vệ tinh sẽ phủ sóng toàn bộ lãnh thổ Việt Nam và các

nước trong khu vực Đông Nam Á, cùng một phần lãnh thổ Trung Quốc, Nhật Bản. Tổng mức đầu tư cho dự án phóng vệ tinh Vinasat khoảng 250 triệu USD (tương đương với 4000 tỷ tiền Việt Nam).

Khoa học du hành Vũ trụ mang lại cho ngành khí tượng một phương tiện mới: các vệ tinh khí tượng. Làm thế nào để có thể sự báo thời tiết bằng vệ tinh nhân tạo? Muốn hiểu rõ vấn đề này, chúng ta hãy tìm hiểu qua cấu tạo của lớp khí quyển bao quanh Trái đất. Bầu khí quyển này chia thành từng tầng, tầng thấp nhất đến độ cao 11 – 17 km gọi là tầng đối lưu, tiếp theo là tầng bình lưu, lên nữa là tầng điện li. Các hiện tượng thiên nhiên như mưa, gió, sấm, chớp, giông, bão,... đều tập trung trong tầng đối lưu. Vệ tinh nhân tạo bay trên độ cao hàng trăm kilômét tức là cao hơn tần đối lưu nhiều, vì vậy, có thể chụp ảnh các đám mây trong tầng đối lưu rồi truyền ảnh về Trái đất, nhờ những bức ảnh này mà có thể dự báo thời tiết chính xác hơn nhiều.

Sắp hình thành một cơn bão thì bao giờ trong tầng đối lưu cũng có một cái xoáy gọi là "*mắt bão*". Nếu chụp ảnh "*mắt bão*" này rồi theo dõi di chuyển của nó thì có thể dự báo cơn bão kịp thời và chính xác được.

Ở nước ta, ngày 7-11-1971, chúng ta đã khánh thành trạm nhận ảnh mây do vệ tinh nhân tạo chụo đầu tiên của Liên Xô giúp. Bộ phận chủ yếu của trạm là một ăng – ten thu tín hiệu và một lưới phản xạ bằng kim loại, có thể quay theo hướng vệ tinh. Những ảnh mây do vệ tinh chụp được truyền xuống và được ăng – ten thu nhận, sau đó vào máy nhận ảnh, in lên phim; đem rửa phim ta sẽ có một bức ảnh rõ ràng, căn cứ vào bức ảnh này có thể theo dõi sự di chuyển chính xác của các "*mắt bão*", nhờ đó có thể dự báo bão chính xác hơn.

Cơ quan khí tượng thuỷ văn Liên Xô có một hệ thống vệ tinh khí tượng gọi là "*Mêtêô*". Những vệ tinh này nặng khoảng 2 tấn bay trên quỹ đạo đi qua hai cực cách Trái đất 600 – 900 km, liên tục chụp các lớp mây trong dải ánh sáng khả kiến và hồng ngoại. Những vệ tinh này bắt đầu được phóng từ năm 1969, đếm nay đã trải qua 3 thế hệ Mêtêô 1, Mêtêô 2 và Mêtêô 3. Các vệ tinh Mêtêô 3 mới được đưa vào từ năm 1985, bay ở độ cao 1200km, bao quát được một vùng rộng hơn.

Mỹ phóng vệ tinh khí tượng đầu tiên mang tên "*Tirôs 1*" ngày 1 – 4 – 1960. Vệ tinh này nặng 120 kg, hình cái trống, cao 0,6m, đường kính, 1,1m, mang theo máy quay vô tuyến truyền hình. Vệ tinh đầu tiên này hoạt động trong 78 ngày, chụp được 23000 bức ảnh mây, mỗi bức ảnh bao quát một khu vực rộng 100km^2, có thể phân biệt các chi tiết cỡ 1km.

Ngoài "*Tiros*", Mỹ còn nhiều loại vệ tinh khí tượng khác như Nimbus, Essa, SMS, GOES v.v... Trong thời gian 1975 đến năm 1987, Mỹ đã phóng 7 vệ tinh khí tượng GOES, nặng 2,1 tấn, bay trên quỹ đạo địa tĩnh trên bầu trời Thái Bình Dương và Đại Tây Dương.

Năm 1987, Cơ quan Vũ trụ Châu Âu phóng vệ tinh khí tượng "*Metess 1*".

Vệ tinh thế hệ mới nhất của Châu Âu là "*Mêtêôxat 6*" được phóng vào ngày 20-11-1993. Ngoài ra Nhật, Canada, Trung Quốc, ... đều đã có vệ tinh khí tượng.

Các nhà khoa học đã tiến hành thí nghiệm lý thú sau đây: đem một máy thu bức xạ hồng ngoại đặt sau một vệ tinh nhân tạo. Máy thu này làm bằng cađimi xêlênua, ten – lua chì, ... Chúng ta biết rằng mắt người chỉ có thể nhìn thấy được ánh sáng có bước sóng trong phạm vi từ 0,4 micrôn đến 0,7 micrôn, tức là từ ánh sáng tím đến ánh sáng đỏ. Bức xạ có bước sóng lớn hơn 0,7 micrôn gọi là tia hồng ngoại. Những tia này mắt thường không nhìn thấy nhưng dùng máy móc có thể ghi nhận được.

Khi vệ tinh nhân tạo bay qua một cánh đồng lớn, máy đo bức xạ hồng ngoại ghi nhận một đồ thị chỉ sự phân bố của bức xạ hồng ngoại, người ta gọi đồ thị này là một "*phổ bức xạ hồng ngoại*". Ta thấy phổ này cho 3 đỉnh cao 0,8 micrôn, 1,4 micrôn và 2,3 micrôn. Làm thí nghiệm riêng rẽ thì thấy bức xạ 0,8 micrôn là ứng với cây lúa, 1,4 micrôn ứng với cây bông, 2,3 micrôn ứng với cây cà rốt. Mỗi lạo thực vật ứng với một loại bức xạ hồng ngoại nhất định. Phân tích phổ bức xạ hồng ngoại, ta có thể xác định được loại thực vật gì, diện tích gieo trồng là bao nhiêu. Nếu cây có sâu bệnh thì phổ bức xạ hồng ngoại cũng thay đổi, nhờ vậy, ta có thể phát hiện được kịp thời vùng có sâu bệnh. Điều này đối với ngành lâm nghiệp thật là có ích vì trong một đám rừng mênh

mông khó mà phát hiện kịp thời lúc nào có sâu bệnh, nhưng dùng vệ tinh nhân tạo mang theo máy thu nhận bức xạ hồng ngoại thì khi nào phổ bức xạ thay đổi ta có thể đoán nhận và phát hiện kịp thời khu vực sâu bệnh phá hoại.

Phương pháp thăm dò tài nguyên trên mặt đất bằng vệ tinh nhân tạo hiện nay đang được nhiều nước chú ý là một phương pháp đầy hứa hẹn. Những bức ảnh chụp từ vệ tinh nhân tạo có thể bao quát một vùng rộng tới hàng vạn kilômét vuông. Qua những bức ảnh này, các nhà địa chất có thể phân biệt được đâu là vùng có nếp gấp, đâu là vùng đá bị phân hoá v.v..., từ đấy có thể xác định được vị trí của các vùng mỏ quặng, mỏ dầu,...

Những vệ tinh nhân tạo mang theo máy chụp ảnh, máy dò từ trường, máy ghi bức xạ hồng ngoại, v.v... có thể trở thành những phương tiện nhanh chóng, chắc chắn, rẻ tiền để thăm dò tài nguyên thiên nhiên trên mặt đất. Đặc biệt đối với các nước đang phát triển, phương pháp thăm dò tài nguyên bằng vệ tinhh nhân tạo có thể chó phép rút ngắn thời gian điều tra cơ bản rất nhiều, đồng thời làm cho việc điều tra tài nguyên thiên nhiên nhanh chóng, rẻ tiền hơn. Hiện nay, nhiều nước mới phát triển đang chú ý sử dụng phương pháp này với sự giúp đỡ của các nước công nghiệp và khoa học tiên tiến.

Vệ tinh thăm dò tài nguyên Trái đất đầu tiên của Mỹ Landsat nặng 1 tấn được phóng ngày 23 – 7 – 1972 và chuyến bay trên quỹ đạo cách mặt đất chừng 900 km. Cho đến nay, Mỹ phóng 6 vệ tinh *"Landsat"*, được sử dụng vào các mục đích sau: lập bản đồ lãnh thổ, quy hoạch đất đai, phân vùng nông nghiệp, đánh giá cây trồng nông nghiệp, địa chất, thuỷ, hải dương, v.v...

Vệ tinh thăm dò tài nguyên Trái đất của Châu Âu mang kí hiệu ERS – 1 nặng 2,4 tấn được tên lửa Châu Âu Arian đưa lên quỹ đạo cách Trái đất 780 km, ngày 17 – 7 – 1991. Ngày 21 – 4 – 1995, một vệ tinh thứ 2 mang kí hiệu ERS – 2 được phóng lên với nhiệm vụ chủ yếu nghiên cứu ảnh hưởng những hoạt động của con người tới môi trường.

Vệ tinh chụp ảnh và quan sát Trái đất Spot được phóng lên lần đầu tiên ngày 22 – 2 – 1986 bằng tên lửa Châu Âu Arian. Mới đây vào năm 1997 đã phóng vệ tinh Spot – 4 với thời gian sử dụng 5 năm và năm 2002 đã thay bằng Spot – 5.

Vệ tinh Hải dương học hợp tác Pháp-Mỹ phóng ngày 10 – 8 – 1992 mang tên Topec – Poseidon đã cho phép chụp ảnh bức xạ hồng ngoại các khối nước nóng di chuyển trên Thái Bình Dương, nhờ vậy, có thể theo dõi diễn biến và hậu quả của hiện tượng El Nino. Ngày nay, ngày càng thấy rõ là biển có liên quan rất mật thiết đến khí quyển, biển là nơi cất giữ thông tin về thời tiết. Vệ tinh Hải dương học sẽ cho phép dự báo thời tiết với độ chính xác mà trước kia không làm được.

KHOA HỌC VŨ TRỤ THẾ KỶ XXI

Ngày 14 – 1 – 2004, tại tổng hành dinh của Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ NASA ở Washington, Tổng thống Mỹ George Brush đã công bố kế hoạch "*Tầm nhìn cho công cuộc thám hiểm Vũ trụ*" (Vision for Space Exploration). Nội dung của kế hoạch này là sau khi kết thúc chương trình con thoi Vũ trụ (vào năm 2012), chương trình xây dựng và khai thác Trạm Vũ trụ Quốc tế (ISS) vào khoảng năm 2017, Mỹ sẽ chuyển sang kế hoạch đưa người trở lại Mặt trăng (có thể vào năm 2020, 50 năm sau chuyến đổ bộ xuống Mặt trăng của Amstrong và Aldrin trên tàu Apollo 11 ngày 20 – 7 - 1969), xây dựng trên Mặt trăng một trạm khoa học thường trực để khai thác tài nguyên phục vụ Trái đất và dùng làm căn cứ để đưa người lên Sao Hoả, có thể là trong nửa đầu Thế kỷ XXI.

Khi chương trình con thoi Vũ trụ bắt đầu vào Tháng 4 – 1981, Mỹ đã chế tạo 5 con tàu, trong ấy hai tàu là Challenger đã bị cháy năm 1986 làm thiệt mạng toàn bộ phi hành đoàn gồm 7 người và Columbia bị cháy vào năm 2003. Mỹ dự kiến trong những năm tới sẽ tiếp tục phóng 3 tàu con thoi Vũ trụ còn lại là Discovery, Atlantis và Endeavour nhằm đưa các đoàn phi hành thuộc nhiều nước lên làm việc trên mang ISS, chuyên chở các môđun thí nghiệm của Mỹ, Nhật, Cộng đồng Châu Âu, Canada lên lắp nối với các môđun đã có sẵn của Nga và Mỹ nhằm hoàn thành việc xây dựng Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS.

Để xây dựng Trạm Vũ trụ Quốc tế, Nga dùng tên lửa Prôtôn đưa các môđun thí nghiệm lên quỹ đạo, đồng thời phóng các tàu Vũ trụ Liên hợp chở các nhà du hành Vũ trụ của Nga cũng như các nước khác lên làm việc trên trạm ISS.

Cách đây vừa đúng 2 năm, ngày 15 –10 – 2003, vào hồi 9 giờ sáng (theo giờ Bắc Kinh, tức 8 giờ theo giờ Hà Nội), Trung Quốc đã phóng tàu Vũ trụ "Thần Châu" - V, chở Trung tá không quân 38 tuổi Dương Lợi Vĩ bay vào Vũ trụ. Sau khi bay quanh Trái đất 14 vòng trong 12giờ 30 phút trên chặng đường dài 600000 km, sáng 16 – 10 – 2003, nhà du hành Vũ trụ đầu tiên của Trung Quốc, Dương Lợi Vĩ đã trở về Trái đất an toàn, mạnh khoẻ tại địa điểm trên khu tự trị Nội Mông, miền Tây Bắc Trung Quốc. Như vậy là sau Liên Xô (trước đây) và Mỹ, Trung Quốc là nước thứ ba đã đưa người vào Vũ trụ bằng trên lửa và con tàu Vũ trụ do chính mình chế tạo.

Trung Quốc bắt đầu xây dựng nghành chế tạo tên lửa cách đây gần nửa Thế kỷ, khi thành lập Viện nghiên cứu cơ học vào năm 1957, do tiến sĩ Tiền Học Sâm làm Viện trưởng đầu tiên. Ông sinh năm 1912 ở Tỉnh Triết Giang, năm 1935 sang Mỹ nghiên cứu chế tạo tên lửa, được cấp bằng tiến sĩ; năm 1941 – 1945 làm cố vấn cho Bộ Quốc phòng Mỹ với quân hàm Đại tá; năm 1946 tham gia phái đoàn quân sự Mỹ sang khảo sát Trung tâm tên lửa Peenemunde của phát xít Đức; Năm 1955, Ông rời Mỹ trở về Trung Quốc, năm 1957 Ông được kết nạp vào Đảng cộng sản Trung Quốc; năm 1959 được bầu vào Ban chấp hành Trung ương Đảng và vào Quân uỷ Trung ương với quân hàm Trung tướng.

Năm 1957 là năm Liên Xô (trước đây) phóng thành công vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái đất nặng 83 kg bằng tên lửa R – 7 có khối lượng khi phóng lên là 270 tấn, do Tổng công trình sư, Viện sĩ Xécgây Côrôlep chế tạo. Năm 1958 Liên Xô cung cấp cho Trung Quốc tên lửa đạn đạo tầm trung R –2. Dựa trên các tên lửa mà Liên Xô cung cấp, chỉ 4 năm sau, vào năm 1964, các chuyên gia tên lửa Trung Quốc đã nhanh chóng thí nghiệm thành công tên lửa tầm xa vượt đại Châu. Các cuộc thí nghiệm tên lửa này được tiến hành tại Sân bay Vũ trụ Tửu Tuyền trên Sa mạc Gôbi thuộc Nội Mông được xây dựng từ năm 1958. Chính từ sân bay Vũ trụ này, ngày 24-4-1970 Trung Quốc đã phóng thành công vệ tinh nhân tạo đầu tiên mang tên "*Đông Phương Hồng*" nặng 173 kg bằng một tên lửa vượt đại Châu cải tiến mang tên "*Trường Chinh – 1*" và trở thành nước thứ 5 phóng vệ tinh nhân tạo bằng tên lửa của mình – sau Liên Xô (1957), Mỹ (1958), Pháp (1965) và Nhật Bản (11-2-1970, trước Trung Quốc hơn hai Tháng).

Từ năm 1970 đến nay, trong hơn 30 năm, Trung Quốc đã phóng hơn 50 vệ tinh nhân tạo bằng 4 thế hệ tên lửa nối tiếp nhau: "*Trường Chinh – 1*" (1970, nặng 82 tấn, cao 30 mét); "*Trường Chinh – 2*" (1974, nặng 191 tấn, cao 32 mét); "*Trường Chinh – 3*" (1984, nặng 202 tấn, cao 40 mét) và "*Trường Chinh – 4*" (1988, nặng 248 tấn, cao 45 mét). Những tên lửa này được phóng lên từ ba sân bay Vũ trụ: Jiuquan ở Nội Mông (hoạt động từ 1970), Xichang ở Tứ Xuyên (hoạt động từ 1984) và Taiyuan ở Tỉnh Sơn Tây (hoạt động từ 1988).

Những vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trung Quốc được sử dụng chủ yếu vào mục đích chụp ảnh từ Vũ trụ phục vụ quốc phòng. Ngày 26-11-1975, một vệ tinh nhân tạo quân sự do tên lửa "*Trường Chinh – 2*" phóng lên đã được thu hồi trở về Trái đất cùng với các tấm phim chụp từ Vũ trụ. Cho đến nay Trung Quốc đã thu hồi 17 vệ tinh quân sự.

Ngày 8-4-1984, Trung Quốc lần đầu tiên phóng thành công vệ tinh địa tĩnh. Những vệ tinh này chủ yếu được dùng để truyền hình vô tuyến và liên lạc viễn thông. Ngoài các vệ tinh quân sự và vệ tinh viễn thông, Trung Quốc còn phóng vệ tinh khí tượng, vệ tinh viễn thám và các vệ tinh ứng dụng khác. Từ hơn mười năm nay, Tổng công ty "*Trường Thành*" của Trung Quốc đã phóng vệ tinh viễn thông và thăm dò tài nguyên cho nhiều nước như Pakixtan, Australia, các nước Ả rập, Braxin...

Tàu Vũ trụ "*Thần Châu – V*" nặng 8 tấn, hơn rất nhiều lần vệ tinh nhân tạo "*Đông Phương Hồng*" chỉ nặng 173 kg. Để phóng con tày này lên quỹ đạo quanh Trái đất, phải có tên lửa đủ mạnh. Tên lửa mạnh nhất của Trung Quốc hiện nay là tên lửa Trường Chinh CZ – 2F được cải tiến từ tên lửa Trường Chinh – 2, có khối lượng khi phóng là 460 tấn (gấp hơn 2 lần "*Trường Chinh – 2*"). Tên lửa mà Liên Xô (trước đây) đã dùng để phóng tàu Vũ trụ

"*Phương Đông 1*" chở Iuri Gagarin ngày 12-4-1961 có khối lượng 500 tấn, nhưng tàu Vũ trụ chỉ nặng 5 tấn. So với tàu "*Phương Đông*", tàu Vũ trụ "*Thần Châu – V*" có khoang chứa rộng hơn, điều kiện ăn ở tốt hơn, tương đương với tàu Vũ trụ "*Liên Hợp*" của Nga nhưng chưa điều khiển được linh hoạt để ghép nối như tàu "*Liên Hợp*".

Hai năm sau, ngày 12-10-2005, từ trung tâm Vũ trụ Tửu Huyền, Trung Quốc lại phóng tàu Vũ trụ "*Thần Châu – VI*" chở hai nhà du hành Vũ trụ là Trung tá Phỉ Tuấn Long, 40 tuổi và Trung tá Nhiếp Hải Sinh, 41 tuổi. Sau khi bay 76 vòng quanh Trái đất trong 115 giờ 32 phút trên quỹ đạo cách mặt đất 343 km, vào hồi 4 giờ 33 phút giờ Bắc Kinh, tức là 3 giờ 33 phút giờ Hà Nội, tàu Vũ trụ Thần Châu VI đã hạ cánh an toàn xuống khu tự trị Nội Mông, cách điểm dự kiến 1 km.

Bước tiếp theo của chương trình Vũ trụ của Trung Quốc là cho nhà du hành Vũ trụ đi ra ngoài không gian Vũ trụ, lắp ráp tàu Thần Châu với Trạm Vũ trụ Quốc tế, xa hơn nữa là đổ bộ nhà du hành Vũ trụ xuống bề mặt Mặt trăng, có thể là trong vài thập kỷ tới.

ỨNG DỤNG CỦA LASER - MỘT THÀNH TỰU KHOA HỌC NỔI BẬT CỦA THẾ KỶ XX

Chắc bạn đã có lần đến dự một buổi hoà nhạc giao hưởng. Nếu như trong ban nhạc các nhạc công mỗi người cầm một thứ đàn rồi đánh lên lung tung thì sẽ gây nên một tiếng ồn ào rất lớn, nhưng tiếng ồn ấy không đi xa. Nhưng nếu mọi người chơi dưới sự điều khiển của một nhạc trưởng thì sẽ có một âm thanh rất du dương và vang đi rất xa.

Ánh sáng cũng vậy. Từ năm 1917, nhà vật lý thiên tài Albert Einstein đã đề ra nguyên lý bức xạ cưỡng bức. Ví dụ ta nung nóng một thanh sắt. Lúc đầu, thanh sắt nóng mà không sáng. Đấy là bức xạ hồng ngoại. Nung nhiệt độ thật cao thì thanh sắt nóng đỏ lên, cao nữa thì sang màu vàng, màu xanh, rồi màu tím. Ánh sáng mà hàng ngày ta thấy tức là ánh sáng *khả kiến* là sự trộn lẫn của bảy màu, từ đỏ sang tím (đỏ, vàng, da cam, lục, xanh, chàm, tím).

Theo nguyên lý về bức xạ ánh sáng, sở dĩ phát ra màu là do trong nguyên tử các êléctrôn từ mức năng lượng thấp E1 nhảy sang mức năng lượng cao hơn E2 và khi nhảy trở về thì phát ra bức xạ có tần số V tính bằng công thức Einstein:

$$E2 - E1 = hV$$

Trong đó: h là hằng số Planck.

Hiệu số năng lượng càng lớn thì tần số càng lớn, tức là bước sóng càng nhỏ, ánh sáng từ bước sóng lớn (màu đỏ) chuyển dần sang bước sóng nhỏ (màu tím). Ánh sáng bình thường là trộn lẫn của bảy màu, do đó sức xuyên thấu không lớn. Bây giờ nếu ta dùng một biện pháp gì đấy để cưỡng bức cho trong tất cả hàng tỷ nguyên tử êléctrôn đều nhảy lên cùng một mức năng lượng và khi cùng nhảy về mức cơ bản thì sẽ phát ra một thứ ánh sáng đơn sắc (cùng năng lượng, cùng bước sóng), hết sức tập trung, công suất rất lớn. Đấy là nguyên lý của máy laser. Từ **Laser** là ghép các chữ cái đầu của các từ tiếng Anh: *Light amplification by stimulated emission of radiution*, có nghĩa là *khuếch đại ánh sáng bằng bức xạ cưỡng bức.*

Chiếc máy laser đầu tiên ra đời vào năm 1960, do công của một Kỹ sư người Mỹ là Theodore Maiman. Bộ phận chủ yếu là một thanh rubi (hồng ngọc) dài 30 centimét, đường kính 1,5 centimét. Hồng ngọc này không phải là hồng ngọc thật mà là hồng ngọc nhân tạo, một loại Oxít nhôm Al_2O_3 trộn vào 0,05% chất Nêôđym, xung quanh có một ống thuỷ tinh đựng khí Xênông, hai đầu nối với các tụ điện. Khi hiệu số điện thế của các tụ điện tăng lên đến mức nào đấy thì đèn khí Xênông (giống như đèn Nêông) sẽ sáng lên, kích thích các nguyên tử Nêôđym, lập tức thanh hồng ngọc phóng ra một tia sáng màu đỏ có độ sáng gấp hàng trăm lần độ sáng trên bề mặt Mặt trời, công suất hàng tỷ oát, *đấy là tia laser.*

Thật là một phát minh kỳ lạ. Bốn năm sau, năm 1964, giải thưởng Nobel về vật lý được trao cho những người đã nghĩ ra nguyên lý laser: hai nhà vật lý Nga ***Baxôv và Prôkhôrôv*** và nhà vật lý Mỹ ***Townes*** (Taoxơ). Sau khi đã trao giải rồi mới thấy nhà vật lý Pháp là ***Alfred Kastler*** (Anprêđ Katxle) cũng đã phát minh ra nguyên lý của laser đồng thời với ba người trên, vì vậy hai năm sau, năm 1966, giải thưởng Nobel về vật lý được trao cho ***Katsler.***

Trong 30 năm qua, laser đã phát triển rất nhanh chóng. Hiện nay có ba loại máy laser chủ yếu là:

1. **Laser khí**: Máy này thông dụng hơn cả, dùng môi trường khuếch đại là chất khí. Sự kích thích dựa vào sự phóng điện trong chất khí; Loại laser He – Ne, Ar phát bức xạ khả kiến, hiệu suất thấp (10^{-4}), thường dùng để đo đạc một cách chính xác vì những đo đạc này không cần công suất lớn nhưng cần độ tập trung cao. Người ta đã từng dùng tia laser để đo khoảng cách từ Trái đất lên Mặt trăng hơn 300.000 kilômét với độ chính xác đến hàng mét.

2. **Laser khí CO_2**: Trong phạm vi bức xạ hồng ngoại có năng suất rất cao (30%) nên dùng được vào nhiều việc, chủ yếu để gia công vật liệu (kim loại, vải, giấy...).

3. **Laser dùng môi trường khuếch đại là chất rắn**: Thường được dùng trong công nghiệp để cắt vật liệu và dùng trong y tế để mổ xẻ, đặc biệt là làm phẫu thuật bên trong cơ thể nhờ phối hợp với những sợi quang học *(laser YAG). Laser này còn được dùng trong lĩnh vực quân sự và Vũ trụ (máy ngắm xác định khoảng cách trong xe tăng, bom laser, máy đo trong không gian...).*

Những laser công suất lớn bằng thuỷ tinh pha trộn lượng nhỏ Nêôđym có công suất cỡ 10^{14}W trong 0,1 ns (nanô giây), được dùng để tạo ra sự kết hợp giữa Đơtêri và Triti trong phản ứng nhiệt hạch.

Những laser kích thước nhỏ (0,1 milimét) dùng galiacxênua (AsGa) thường gọi là *điốt laser* được dùng trong kỹ thuật đĩa compăc (compat disc – CD) và truyền tin qua sợi cáp quang.

Ngoài hai loại laser chính là *laser khí và laser rắn*, còn có các loại **laser dùng môi trường khuếch đại là chất nước màu**, phát ra tia laser có bước sóng thay đổi, mở ra nhiều triển vọng ứng dụng lớn.

Tuy thời gian phát minh ra chưa lâu, nhưng laser đã được phát triển nhanh chóng và có ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành, từ ngành y tế (mổ võng mạc của mắt, mổ cơ quan nội tạng...), ngành công nghiệp (cắt kim loại, gia công vật liệu...) đến các ứng dụng trong sinh hoạt như đĩa compắc, chế bản laser, in ấn laser, đĩa hình laser... Laser xứng đáng được gọi là công cụ kỳ diệu của kỹ thuật hiện đại. Ở nước ta, các viện nghiên cứu đã chế tạo được một số loại máy laser, tia laser đã được sử dụng ngày càng có hiệu quả trong ngành y tế, đồng thời nhân dân ta cũng ngày càng quen với những phương tiện văn hoá và sinh hoạt ứng dụng tia laser.

CÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI

Cái bóng đèn điện đầu tiên do Thomas Edison phát minh ra vào năm 1878 và nhà máy điện đầu tiên do ông xây dựng vào năm 1884 đã đưa nhân loại bước vào thời đại điện khí hoá. Có thể nói là nhờ có dòng điện mà chỉ trong vòng một Thế kỷ, Thế giới đã đạt đến trình độ phát triển như hiện nay. Nếu ở đầu Thế kỷ XX này, sản lượng điện toàn Thế giới chỉ vào khoảng 15 tỷ kilôoát giờ/năm (kW h/năm) thì đến nay sản lượng điện hàng năm đã lên tới 10.000 tỷ kW h/năm và con số này đang không ngừng tăng lên cùng với sự phát triển kinh tế, khoa học – kỹ thuật và đời sống con người. Ví dụ đối với vùng Đông Nam Á sôi động hiện nay, muốn duy trì tốc độ phát triển kinh tế từ 8 – 10% thì phải đảm bảo mức tăng trưởng sản lượng điện khoảng 10 – 12%. Xã hội càng văn minh, hiện đại thì nhu cầu năng lượng càng tăng.

Các nguồn năng lượng cổ điển như than đá, dầu mỏ, khí thiên nhiên, và thuỷ điện đang cạn dần. Ví dụ đối với thuỷ điện, dự tính đến năm 2000 nếu phát triển hết trữ năng về thuỷ điện thì cũng chỉ đáp ứng được khoảng 3 – 5% nhu cầu năng lượng của toàn Thế giới. Chính vì vậy mà bên cạnh việc tiếp tục phát triển các nguồn năng lượng cổ điển, từ năm 1954 đến nay nhiều nước bắt đầu phát triển điện nguyên tử, đồng thời nghiên cứu việc sử dụng các nguồn năng lượng mới, còn gọi là năng lượng tái sinh (renewable source of energy – RSE). Những nguồn năng lượng mới ấy là: năng lượng Mặt trời, năng lượng địa nhiệt, năng lượng thuỷ triều, sức gió, khí sinh học v.v... Trong các nguồn năng lượng mới này, hiện nay phát triển mạnh nhất và được sử dụng rộng rãi nhất là năng lượng Mặt trời, sức gió và khí sinh vật.

1. Năng lượng Mặt trời:

Mặt trời là một quả cầu khí khổng lồ đường kính gần một triệu rưỡi km, tức là gấp hơn 100 lần Trái đất. Trong lòng Mặt trời có thể bỏ lọt hơn một vạn thiên thể lớn như Trái đất. Mặt trời ở cách xa Trái đất khoảng 150 triệu km. Công suất bức xạ của Mặt trời vào khoảng 38 vạn tỷ tỷ kilôoát (3,8 x 10^{23} kW). Chỉ một phần nhỏ của năng lượng khổng lồ này đến Trái đất. Tính ra mỗi năm Trái đất nhận được của Mặt trời một năng lượng tương đương với 115.000 tỷ tấn than, tức là hơn toàn bộ nguồn trữ lượng than đá, dầu mỏ, khí thiên nhiên có trong lòng đất. Bình quân mỗi mét vuông trên mặt đất nhận được một công suất khoảng 1 kW, ở bên ngoài khí quyển công suất bức xạ Mặt trời khoảng 1,4 kW/m^2.

Hiện nay, việc sử dụng năng lượng Mặt trời trên Thế giới theo nhiều phương hướng, có phương hướng đơn giản và rẻ tiền, có phương hướng tương đối phức tạp và tốn kém hơn. Phương pháp đơn giản nhất để sử dụng năng lượng Mặt trời là lợi dụng hiệu ứng *lồng kính*. Nguyên lý của hiệu ứng này như sau: giả thử ta có một cái hộp trên đậy bằng một tấm kính, dưới đáy có một tấm tôn sơn đen. Bức xạ Mặt trời đi qua kính là ánh sáng nhìn thấy được, tấm tôn sơn đen sẽ hấp thụ một phần năng lượng, còn một phần bị phản xạ lại dưới dạng bức xạ hồng ngoại. Chúng ta biết rằng kính chỉ cho đi lọt bức xạ nhìn thấp, còn bức xạ hồng ngoại không đi lọt qua tấm kính được. Vì vậy, bức xạ hồng ngoại bị cầm tù giữa tấm kính và tấm tôn. Lớp không khí giữa tấm tôn và tấm kính nóng dần lên. Hiện tượng này gọi là *hiệu ứng lồng kính*. Nếu ta cho một dòng nước đi qua giữa tấm tôn và tấm kính thì nhiệt độ của nước có thể lên đến 60 – 70^0C, thậm chí 100^0C.

Dựa trên nguyên tắc *lồng kính* này người ta đã chế tạo ra nhiều loại thiết bị sử dụng năng lượng Mặt trời như thiết bị đun nước nóng dùng cho các bệnh viện, các nhà an dưỡng, thiết bị lọc nước mặn ra nước ngọt dùng cho các hải đảo, các tàu đi biển, các máy bơm nước dùng năng lượng Mặt trời, các loại *bếp Mặt trời*, dùng cho các vùng nông thôn v.v... Những thiết bị dùng năng lượng Mặt trời này được sử dụng ngày càng rộng rãi, đặc biệt là ở các nước đang phát triển. Ví dụ ở Ấn Độ, tính đến Tháng 10 năm 1992, nông thôn Ấn Độ đã sử dụng 227.000 *bếp Mặt trời*, góp phần giải quyết một phần vấn đề chất đốt ở nông thôn làm giảm bớt nạn chặt phá rừng để lấy chất đốt. Mặt khác, nó có giá trị làm giảm ô nhiễm môi trường. Chi Lê là một nước ở vùng Nam Mỹ phía Bắc có một bãi sa mạc dài 450 km, rộng hơn 150 km, quanh năm hầu như không có mưa. Vùng này không có nghĩa gì nếu như người ta không phát hiện được những mỏ đồng và Nitrat lớn. Để cung cấp nước cho công nhân viên ở các khu mỏ, người ta đã xây dựng một loạt thiết bị lớn sử dụng năng lượng Mặt trời để lọc nước mặn ra nước ngọt, mỗi ngày cho tới 236.000 lít nước ngọt.

Một phương hướng quan trọng trong việc sử dụng năng lượng Mặt trời hiện nay là dùng các *tấm pin Mặt trời* bằng chất bán dẫn Silic hay Sunphuacadimi (Cds) có tính chất quang điện hay nhiệt điện, có khả năng biến đổi trực tiếp năng lượng Mặt trời ra điện năng. Những *tấm pin Mặt trời* này được sử dụng trước tiên cho ngành khoa học du hành Vũ trụ, làm nguồn năng lượng chủ yếu cho các con tàu Vũ trụ, các trạm tự động giữa các hành tinh v.v... Ngày nay, những *tấm pin Mặt trời* này đang được sử dụng ngày càng rộng rãi để làm nguồn điện cho các máy thu phát vô tuyến điện, đặc biệt ở các vùng xa xôi hẻo lánh xa nguồn điện lưới, đèn tín hiệu ở các hải đảo, đèn chiếu sáng đường phố, chiếu sáng các vùng nông thôn v.v... Ví dụ ở Ấn Độ đến năm 1994 đã có 9000 làng được điện khí hoá nhờ năng lượng Mặt trời và dự tính trong vòng 5 năm tới, mỗi năm sẽ có thêm 100.000 ngọn đèn từ năng lượng Mặt trời sẽ được lắp đặt trong các vùng nông thôn Ấn Độ.

Việc sử dụng năng lượng Mặt trời còn có thể được thực hiện bằng cách hội tụ các tia sáng Mặt trời vào tiêu điểm của một tấm gương hình parabôlôit, ở tiêu điểm này nhiệt độ có thể lên tới 3000 – 4000^0C, có thể nung chảy những kim loại khó nóng chảy như firconiôxyt có độ nóng chảy 2700^0C rất cần cho công nghiệp nguyên tử hay manhêdiôxyt (2800^0C), thôriôxyt (3050^0C) v.v... Đây là một kỹ thuật luyện kim mới gọi là *luyện kim sạch*. *Lò nung Mặt trời* (foursolaire) lớn nhất Thế giới hiện nay là lò nung Odeillo trên dãy núi Pyrénées miền Nam nước Pháp có đường kính 54 mét cao bằng ngôi nhà 20 tầng, tiêu cự của kính 18

mét, đĩa sáng ở tiêu điểm có đường kính 25 cm, ở đây có nhiệt độ lên đến 3500^{0}C. Ở tiêu điểm ấy, người ta đã đặt một nồi nước, hơi nước làm đẩy tuabin phát ra điện, đây là nhà máy điện Mặt trời đầu tiên trên Thế giới. Công suất của nhà máy điện Mặt trời đầu tiên này chỉ có 84 kW, nhưng nó đã mở đầu cho các nhà máy điện Mặt trời ở Mỹ, Tây Ban Nha, Uzbekistan... với công suất hàng nghìn đến hàng vạn kW.

2. Sức gió, khí sinh học và các nguồn năng lượng mới khác:

Trước CN hơn 3000 năm, người Ai Cập đã biết dùng sức gió để xay lúa, kéo nước. Một chiếc cối xay gió xây dựng ở Anh từ năm 1665 đến nay vẫn còn chạy. Ở Mỹ từ năm 1870 bắt đầu xuất hiện những cối xay gió nhiều cánh, có thể hoạt động ngay cả khi tốc độ gió chỉ vào khoảng 2,5 – 3 mét/giây. Ví dụ máy dùng sức gió TV – 8 có công suất 6 mã lực, mỗi giờ có thể bơm 6 mét khối nước hoặc xay 200 kilôgam bột. Máy TV 2,5 chỉ nặng 200 kilôgam, có thể di chuyển dễ dàng, mỗi giờ kéo được 2 mét khối nước. Những máy dùng sức gió như vậy có thể sử dụng thuận lợi ở những vùng nông thôn hẻo lánh, xa mạng điện.

Nhà máy dùng sức gió công suất lớn đầu tiên được xây dựng ở Mỹ từ năm 1941. Cánh quạt bằng thép không gỉ đường kính 53 mét, có thể chịu đựng được sức gió 62 mét/giây. Công suất của nhà máy là 1250 kW.

Hiện nay, các nhà máy điện dùng sức gió đang được phát triển nhanh chóng và rộng rãi ở khắp Thế giới, tại những nơi có điều kiện thuận lợi đặc biệt là các vùng ven biển. Nhà máy điện chạy bằng sức gió lớn nhất ở Châu Á hiện nay là nhà máy điện gió Gujarat ở Ấn Độ công suất 10.000 kW. Đến cuối năm 1992, đã có 43.000 kW điện chạy bằng sức gió được nối vào mạng điện của Ấn Độ.

Khí sinh học (biogaz) là khí sinh ra trong quá trình phân huỷ các chất hữu cơ như phân động vật, rơm rạ, rác rưởi v.v... trong môi trường yếm khí. Khí sinh học thành phần chủ yếu là Mêtan (chiếm khoảng 70%) và khí cácbônic (khoảng 30%). Nhiệt trị của khí sinh học biến đổi trong giới hạn 4700 – 6500 kcalo/m^3, khí cháy cho ngọn lửa lơ nhạt mà không có khói bụi.

Ứng dụng đầu tiên của khí sinh học là để đun nấu. Bếp dùng khí sinh học tương đương với các loại bếp gaz khác, sử dụng tiện lợi và sạch sẽ. Một mét khối khí sinh học tương đương khoảng 4 kg củi hay 6 kg rơm rạ. Từ lượng phân của một con trâu và một con lợn có thể sản xuất được hàng ngày 400 – 500 lít khí đủ đun nấu cho một gia đình 3 – 4 người. Khí sinh học còn có thể sử dụng để thắp sáng. Ngọn lửa khí sinh học phát sáng rất yếu nên muốn dùng để thắp sáng ta phải dùng đèn mạng, có thể cho độ sáng tương đương một ngọn đèn điện 60 W với lượng khí tiêu thụ khoảng 70 – 80 lít khí trong một giờ.

Việc sử dụng khí sinh học được phát triển rộng rãi ở nhiều nước đang phát triển, đặc biệt là các nước đông dân và có vùng nông thôn rộng lớn như Trung Quốc, Ấn Độ. Ngoài việc cho khí sinh học để đun nấu thắp sáng, chất bã thải còn là nguồn phân hữu cơ rất tốt, không những có nhiều đặc tính của phân hữu cơ truyền thống mà còn có nhiều ưu điểm khác do kết quả của quá trình phân huỷ vi sinh vật kỵ khí. Kết quả nghiên cứu nhiều năm cho thấy phân khí sinh học sản xuất từ phân lợn và rơm rạ cho năng suất lúa tăng 6 – 19% so với phân hữu cơ thông thường. Hơn nữa, phân khí sinh học không có mùi, không làm ô nhiễm môi trường như phân hữu cơ tự nhiên.

Ở Trung Quốc, hiện đã có gần 3000 công trình khí sinh học cỡ lớn và trung bình đã được xây dựng ở các trại chăn nuôi, nhà máy chế biến lương thực, thực phẩm, khu dân cư v.v... Tổng thể tích phân huỷ của các công trình trên khoảng 250.000 m^3, sản ra gần 120 triệu mét khối khí hàng năm.

Ở Ấn Độ, khí sinh học là chương trình lớn nhất trong các chương trình phát triển năng lượng mới của Ấn Độ. Có thể xem khí sinh học là công nghệ duy nhất vừa cho nguồn năng lượng sạch, vừa cho phân bón sạch. Từ năm 1981 đến 1994, trong vòng 13 năm, Ấn Độ đã xây dựng 1,6 triệu công trình khí sinh học gia đình và dự tính đến năm 1997 con số này sẽ tăng thêm 50%. Nhờ khí sinh học mà mỗi năm nông dân đã tiết kiệm được 5 triệu tấn củi gỗ

và sản sinh được 25 triệu tấn phân bón hữu cơ sạch.

Ngoài các dạng năng lượng mới được sử dụng rộng rãi hiện nay là năng lượng Mặt trời, sức gió và khí sinh học, các dạng năng lượng mới khác cũng đang được sử dụng tuỳ từng nước có điều kiện thiên nhiên thuận tiện như năng lượng địa nhiệt. Trung bình cứ đi sâu vào lòng đất 30 – 40 mét thì nhiệt độ tăng lên 1 độ, như vậy đến độ sâu 3 - 4 km thì nhiệt độ lên đến 100^0C. Song có nhiều vùng trên Thế giới đặc biệt là gần vùng núi lửa hoạt động chỉ cần xuống sâu mấy trăm mét, thậm chí chỉ vài chục mét là nhiệt độ đã có thể lên tới 100^0C. Ví dụ ở Bán đảo Kamtsatka nước Nga, người ta đã thí nghiệm đào xuống sâu 30 mét thì một hỗn hợp nước và hơi nước đã ở nhiệt độ 165^0C vọt lên cao 25 mét, lưu lượng 15 lít/giây.

Nước sử dụng năng lượng địa nhiệt sớm nhất và nhiều nhất là Italia. Việc sử dụng năng lượng địa nhiệt ở Italia đã bắt đầu có từ năm 1904. Hiện nay, ở Italia có nhà máy địa nhiệt công suất lớn nhất Thế giới là 350.000 kW. Mỗi năm Italia lấy từ lòng đất lên 2 tỷ kW giờ điện. Ở Bang California (Mỹ) cách San Francisco 120 km có nhà máy địa nhiệt Grâyde công suất 290.000 kW và Mỹ dự tính sẽ đưa công suất nhà máy lên 1,3 triệu kW. Ở Băng Đảo người ta lấy nước nóng từ lòng đất lên để sưởi và cung cấp cho các nhà kính trồng hoa quả về mùa Đông. Tại New Zealand, Nhật Bản cũng là những nước co điều kiện thuận lợi để sử dụng năng lượng địa nhiệt. Ở Trung Quốc trong mấy năm qua, các nhà địa chất đã tìm thấy hơn 2000 nguồn và hơi nóng trong lòng đất, có nơi nhiệt độ lên đến 100 – 200^0C, không những ở vùng Tây Tạng, Vân Nam mà ngay cả ở vùng Đồng bằng Bắc Kinh, Thiên Tân... Nguồn nước nóng trong lòng đất đã được sử dụng để phát điện (ví dụ nhà máy địa nhiệt Huyện Hoài Lai, Tỉnh Hà Bắc), dệt, nhuộm, sưởi ấm, thúc mầm cho lúa, nuôi mạ lúa nước về mùa Đông v.v...

Do sức hút của Mặt trăng và Mặt trời, nước thuỷ triều ngày lên xuống hai lần. Ở giữa đại dương, độ cao của thuỷ triều vào khoảng 77 cm, trong đó 53 cm là do sức hút của Mặt trăng và 24 cm là do sức hút của Mặt trời (Mặt trời lớn hơn Mặt trăng nhiều lần nhưng ở xa). Ở gần bờ biển, thuỷ triều có thể đạt đến những độ cao rất lớn. Ví dụ độ cao thuỷ triều ở Vịnh Magenllan là 13,5 m, ở Biển Măngsơ là 13,3 m, Vịnh Brix (Anh) 14 m, Biển Ôkhốt miền Đông Liên Xô là 12,3 m. Công suất toàn bộ của năng lượng thuỷ triều trên toàn Thế giới lên đến 8.10^{12} kW, tức là gấp 100.000 lần công suất toàn bộ các nhà máy thuỷ điện trên Thế giới.

Những thiết bị sử dụng năng lượng thuỷ triều trên Thế giới đã xuất hiện từ lâu. Ở Châu Âu (Anh, Pháp...) từ Thế kỷ XI đã có những chiếc cối xay gió chạy bằng năng lượng thuỷ triều. Khi nước triều lên thì được chứa vào một cái bể, khi nước triều xuống thì nước từ trong bể chảy ra theo làm quay bánh xe. Những chiếc cối xay ấy có thể đạt tới công suất 10 – 12 mã lực. Những thiết bị sử dụng năng lượng thủy triều hiện đại cũng áp dụng một nguyên lý tương tự. Nhưng những thiết bị ngày nay hoạt động được cả khi nước thuỷ triều lên và khi nước thuỷ triều rút.

Nhà máy điện thuỷ triều lớn nhất Thế giới La Rance được xây dựng ở Pháp công suất 240.000 kW. Để xây dựng nhà máy này, người ta đã làm một cái đập dài 725 m, cao 15 m (tức là cao hơn mức nước thuỷ triều cao nhất 13,5 m), rộng 48 m. Có 24 tuabin mỗi cái 10.000 kW đặt trong lòng đập, mỗi năm cho 800 triệu kW giờ. Ở nhiều nước như Canada, Anh, Nga, Nhật v.v..., đã có những nhà máy điện thuỷ triều nhỏ và đang có dự án xây dựng nhà máy điện thuỷ triều công suất lớn. Theo tính toán, nhà máy điện thuỷ triều xây dựng giá rẻ hơn nhà máy thuỷ điện cùng công suất vì nhà máy thuỷ điện phải xây đập cao, làm hồ chứa lớn, làm ngập một vùng rộng lớn. Tuy nhiên, đối với nhà máy thuỷ điện thuỷ triều phải khắc phục một vấn đề kỹ thuật là sự ăn mòn của kim loại trong môi trường nước biển (bị muối mặn).

Nước ta là nước nhiệt đới, lại là nước có bờ biển dài nên có nhiều điều kiện thuận lợi để phát triển việc sử dụng các nguồn năng lượng mới như năng lượng Mặt trời và sức gió, năng lượng địa nhiệt đã phát hiện thấy được ở nhiều nơi như suối nước nóng ở Hoà Bình, mạch nước nóng ngầm ở Thái Bình. Đặc biệt là nguồn khí sinh học thì vô cùng phong phú. Trong mấy năm qua, một số Viện nghiên cứu ở nước ta đã bắt đầu chế tạo một số thiết bị sử dụng năng lượng Mặt trời, xây dựng một số trạm phát điện nhỏ dùng sức gió ở ven biển, vùng hải đảo. Việc sử dụng khí sinh học cũng đã bắt đầu triển khai

và đem lại một số kết quả ban đầu. Việc sử dụng các nguồn năng lượng mới ở nước ta chắc chắn sẽ được phát triển mạnh mẽ hơn nữa, phục vụ cho công cuộc công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước, cho đời sống của nhân dân, nếu được Chính phủ quan tâm và đầu tư thích đáng cho các hướng trên, chắc chắn nguồn năng lượng ấy sẽ hết sức dồi dào.

ĐIỆN HẠT NHÂN TRÊN THẾ GIỚI HIỆN NAY VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN Ở NƯỚC TA

Ngày 27-6-2004, Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (gọi tắt theo tiếng Anh là IAEA – International Atomic Energy Agency hay tiếng Pháp là AIEA – Agence Internationale de l'énergie atomique), một tổ chức của Liên hiệp quốc ra đời từ năm 1957 hiện có 137 nước thành viên, đã cùng với Chính phủ nước Cộng hoà liên bang Nga tổ chức một cuộc Hội nghị Quốc tế quy mô lớn kéo dài 5 ngày tại thành phố Obninsk (gần Moskva), nơi mà cách đây 50 năm, ngày 27-6-1954 đã làm lễ khánh thành nhà máy điện hạt nhân đầu tiên trên Thế giới.

Tiến sĩ Mohamed Elbaradei (người Ai Cập), Tổng Giám đốc AIEA, trong bài phát biểu khai mạc hội nghị cho rằng dù gặp nhiều thử thách nhưng trong Thế kỷ 21 điện hạt nhân vẫn là một nguồn năng lượng đáng tin cậy, an toàn và giúp bảo vệ môi trường, chống lại sự thay đổi của khí hậu toàn cầu. Thủ tướng Nga Mikhail Fradkov thay mặt Chính phủ Nga chào mừng hội nghị và khẳng định rằng điện hạt nhân vẫn là một nhân tố quan trọng trong chính sách năng lượng của nước Nga. Bộ trưởng Bộ Năng lượng Nguyên tử Nga, Viện sĩ Alexander Rumyantsev nhận định rằng, ở nước Nga gần hai mươi năm sau tai nạn Trécnôbưn ngày nay sự tin cậy vào điện hạt nhân đang được hồi phục, bóng ma Trécnôbưn đã đi qua và chúng ta đang đứng trước ngưỡng cửa của một thời kỳ lịch sử mới ("*We are on the threshold of a new period in history*") trong sự phát triển của ngành điện hạt nhân.

Theo tài liệu của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế, tính đến ngày 31-12-2002 trên toàn Thế giới có 441 lò phản ứng hạt nhân phát điện (power reactor – phân biệt với research reactor là lò phản ứng nghiên cứu công suất nhỏ). Tổng công suất điện hạt nhân là 358.661 MW và sản lượng điện hạt nhân chiếm 17% trong toàn bộ sản lượng điện.

Bảng thống kê điện hạt nhân theo từng nước như sau:

STT	Nước	Số lò phản ứng	Công suất (MW)	Tỷ lệ điện hạt nhân (%)
1.	Mỹ	104	98.230	20,34
2.	Pháp	59	63.073	77,97
3.	Nhật	54	44.287	34,47
4.	Đức	19	21.283	29,85
5.	Nga	30	20.793	15,98
6.	Hàn Quốc	18	14.890	38,62
7.	Anh	31	12.252	22,43
8.	Ucraina	13	11.207	45,66
9.	Canada	11	10.018	12,32
10.	Thuỵ Điển	11	9.432	45,35
11.	Tây Ban Nha	9	7.574	25,76
12.	Bỉ	7	5.760	57,32
13.	Trung Quốc		75.318	1,43
14.	Cộng hoà Séc	6	3.468	24,54
15.	Thuỵ Sĩ	5	3.200	39,52
16.	Bungari	4	2.722	47,30
17.	Phần Lan	4	2.656	29,81
18.	Ấn Độ	14	2.503	3,68
19.	Slovakia	6	2.408	65,41
20.	Lithuania	2	2.370	80,12
21.	Braxin	2	1.901	3,99

STT	Nước	Số lò phản ứng	Công suất (MW)	Tỷ lệ điện hạt nhân (%)
22.	Nam Phi	2	1.800	5,87
23.	Hunggari	4	1.755	36,14
24.	Mêhicô	2	1.360	4,07
25.	Achentina	2	935	7,23
26.	Slovenia	1	576	40,74
27.	Rumani	1	655	10,33
28.	Hà Lan	1	450	4,00
29.	Pakistan	2	425	2,54
30.	Acmenia	1	376	40,54

Trong tổng số 441 lò phản ứng phát điện với tổng công suất 358.551 MW có tính cả 6 lò với tổng công suất 4884 MW của Đài Loan, điện hạt nhân chiếm 20,53%.

Điện hạt nhân ở Mỹ

Mỹ là nước hiện đứng đầu Thế giới về công suất điện hạt nhân, chiếm 25% toàn bộ công suất điện hạt nhân của Thế giới. Trong chiến tranh Thế giới lần Thứ hai 1939-1945, để thực hiện kế hoạch Manhattan nhằm chế tạo bom nguyên tử, Mỹ đã xây dựng lò phản ứng nguyên tử đầu tiên trên Thế giới (chạy ngày 3-12-1942), xây dựng 3 nhà máy làm giàu urani bằng phương pháp khuếch tán chất khí (diffusion gazeuse) để làm giàu urani và xây dựng Trung tâm Hanford có 9 1ò phản ứng để chế tạo ra plutôni. Quả bom nguyên tử đầu tiên Mỹ ném xuống Hiroshima (Nhật Bản) ngày 6-8-1945 nặng 4,1 tấn, chứa 55kg urani có độ giàu 93,5% (tức là hàm lượng urani – 235 được đưa từ 0,7% trong urani tự nhiên lên 93,5%). Quả bom thứ hai ném xuống Nagasaki ngày 9-8-1945 nặng 4,5 tấn chứa 7 kg plutôni - 239, là chất sinh ra trong lò phản ứng hạt nhân khi nơtron bắn vào hạt nhân urani - 238 (chiếm 99,3% trong urani tự nhiên).

Sau chiến tranh, dựa trên cơ sở nhà máy khuếch tán chất khí có khả năng chế tạo urani giàu, Công ty Mỹ Westinghouse (vốn là Công ty lớn nhất nước về sản xuất thiết bị điện) đã chế tạo ra lò phản ứng hạt nhân nước áp lực PWR (Pressurized Water Reactor) đầu tiên ngày 30-3-1953. Lò phản ứng này được dùng trong tàu ngầm nguyên tử đầu tiên mang tên Nautilus hạ thuỷ ngày 21-4-1954.

Dựa trên kinh nghiệm thành công xây dựng lò phản ứng PWR cho tàu ngầm nguyên tử, Công ty Mỹ Westinghouse đã xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên dùng lò PWR tại Shippingport Bang Pensylvania công suất 60MW, bắt đầu hoạt động vào năm 1957.

Lò phản ứng nước áp lực PWR dùng nhiên liệu là urani giàu 3% urani-235, chất làm chậm nơtron và chất tải nhiệt đều là nước thường (H_2O). Nước tải nhiệt được nén tới áp suất 130 - 150 kg/cm^2 nên tuy sau khi đã đi qua các thanh nhiên liệu trong lò phản ứng nhiệt độ lên đến 320^{0}C nhưng vẫn không sôi (nước dưới áp suất bình thường thì sôi ở nhiệt độ 100^{0}C).

Qua bộ phận trao đổi nhiệt nước trong một vòng thứ hai sôi và tạo ra hơi nước làm quay tuabin và khởi động máy phát điện.

Trong khi Công ty Westinghouse xây dựng loại lò phản ứng PWR thì Công ty General Electric xây dựng loại lò nước sôi BWR (Boiling Water Reactor) cũng dùng nhiên liệu là urani giàu 3%, dùng nước thường (H_2O) làm chậm nơtron và tải nhiệt như lò PWR, chỉ khác là nước sôi ngay trong lò phản ứng và hơi nước trực tiếp được dẫn sang làm quay tua bin, không có bộ phận trao đổi nhiệt, không có vòng tuần hoàn thứ hai. Lò phản ứng BWR đầu tiên công suất 180MW được xây dựng ở Nhà máy điện hạt nhân Dresden Bang Illinois Mỹ vào năm 1960.

Trong 104 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động ở Mỹ có 56% lò PWR và 34% là lò BWR.

Loại lò phản ứng PWR của Công ty Westinghouse (Mỹ) đã ngày càng được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên Thế giới. Có nước như Nhật Bản, Hàn Quốc. . . khởi đầu chương trình điện hạt nhân của mình bằng cách mua lò phản ứng PWR của Công ty Westinghouse. Có nước như

Pháp mua licence của Công ty Westinghouse, sau đấy "*Pháp hoá*" (franciser) dần các lò phản ứng PWR kiểu của Mỹ.

. Trong hai thập kỷ 1960 và 1970, Mỹ dồn dập xây dựng gần 100 lò phản ứng, tính ra bình quân mỗi năm xây thêm 5 lò phản ứng, đưa tỷ lệ điện hạt nhân lên 20% toàn bộ sản lượng điện. Tai nạn Nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island xảy ra đầu năm l979 đã chấm dứt thời kỳ phát triển ào ạt ấy.

Nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island nằm ở ngoại ô Thành phố Harrisburg, Thủ phủ Bang Pensylvania, gần bờ biển phía Đông nước Mỹ, cách New York không xa. Nhà máy có hai lò phản ứng kiểu nước áp lực PWR, công suất mỗi lò 880MW.

Vào lúc 4 giờ sáng ngày 28-3-1979, thì phần lớn công nhân và kỹ sư không có mặt ở nhà máy, chỉ có một số ít ở lại trực thì bỗng nhiên bơm nước làm nguội lò ngừng hoạt động, bơm dự trữ thì bị khoá để sửa chữa (điều này vi phạm quy chế an toàn), nhiệt độ và áp suất tăng đột ngột làm cho đáy lò phản ứng cùng với nhiên liệu urani bị nóng chảy, hơi nước có phóng xạ thoát ra ngoài, hơn 350m^3 nước nóng có phóng xạ tràn lan khắp gian nhà để lò phản ứng.

Sau khi được tin tai nạn xảy ra, chính quyền địa phương đã ra lệnh đóng cửa 7 trường học, cho sơ tán phụ nữ có thai và trẻ em dưới tuổi mẫu giáo ra khỏi 7km xung quanh nhà máy điện hạt nhân.

Tuy nhiên chỉ sau 3 ngày, đến ngày 1-4-1979 thì tai nạn xem như được khắc phục, không xảy ra thương vong, cuộc sống của nhân dân trong vùng được trở lại bình thường. Lò phản ứng gặp tai nạn bị đóng cửa vĩnh viễn.

Tai nạn Nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island tuy không gây ra thương vong, tổn hại về vật chất không đáng kể, nhưng hậu quả về tâm lý đối với nhân dân Mỹ và ảnh hưởng đối với sự phát triển ngành điện hạt nhân không những ở Mỹ mà ở cả Châu Âu thì thật là to lớn.

Ở Mỹ từ sau năm 1979 không cấp phép cho xây dựng thêm một nhà máy điện hạt nhân mới nào. Một cơ quan đầy quyền lực mới được thành lập là Uỷ ban Pháp quy hạt nhân Mỹ (US Nuclear Regulatory Commission). Chủ tịch Uỷ ban do Tổng thống Mỹ bổ nhiệm với sự phê chuẩn của Thượng viện Mỹ.

Đầu năm 1999, Chủ tịch Uỷ ban này là bà Shirley Ann Jackson, một phụ nữ Mỹ gốc Phi, Tiến sĩ tại trường Đại học MIT (Massachusetts Institute of Technology) nổi tiếng có sang thăm Việt Nam. Tôi có được dự những buổi làm việc với bà, đưa bà đi thăm các cơ sở và gặp gỡ các quan chức của ta. Bà cho biết ở Mỹ điện đã quá nhiều và người dân Mỹ ít quan tâm đến việc có thêm nhà máy điện mới và quan tâm chủ yếu vấn đề an toàn.

Theo báo chí nước ngoài, những năm gần đây thái độ của Chính phủ Mỹ và người dân Mỹ đối với điện hạt nhân đã bắt đầu thay đổi. Một ví dụ là thái độ đối với kế hoạch xây dựng lò phản ứng nhiệt hạch thí nghiệm Quốc tế ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Trước năm 1990, nước Mỹ đã cùng Cộng đồng Châu Âu và Nga tham gia chương trình ITER, nhưng sau đấy dưới thời Tổng thống Bill Clinton Mỹ đã rút khỏi chương trình này.

Vào cuối năm 2002, Tổng thống Mỹ Georges Bush tuyên bố Mỹ tham gia trở lại kế hoạch ITER mở rộng ra cho các nước Mỹ, Nga, Cộng đồng Châu Âu, Canada, Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản với chi phí dự kiến lên đến 12 tỷ USD. Kế hoạch này dự định sẽ bắt đầu vào năm 2006 và hoàn thành vào năm 2015. Địa điểm xây dựng đang được lựa chọn giữa Trung tâm Nghiên cứu hạt nhân Cadarache ở miền Nam nước Pháp và Rokkasho ở Nhật Bản.

Một ví dụ nữa là cũng vào cuối năm 2002, Bộ Năng lượng Mỹ đã mời đại biểu 10 nước (Mỹ, Anh, Pháp, Nhật Bản, Hàn Quốc, Canada, Braxin, Achentina, Nam Phi, Thuỵ Sĩ) họp Diễn đàn Quốc tế thế hệ thứ IV (Generation IV International Forum) nhằm phân công nghiên cứu phát triển thế hệ lò phản ứng hạt nhân thứ tư dùng khí hêli ở nhiệt độ cao 850^{0}C (thay cho nước ở nhiệt độ 320^{0}C như hiện nay) để tải nhiệt, nhờ vậy có thể đưa hệ số chuyển hoá nhiệt năng ra điện năng lên 45% (so với 35% hiện nay), có thể dùng để chế tạo ra khí hyđrô là nhiên liệu sẽ thay thế cho dầu mỏ trong tương lai (theo ước tính của các chuyên gia Thế giới, dầu mỏ chỉ còn dùng được trong 44 năm nữa, còn khí thiên nhiên là 77 năm). Loại lò thế hệ thứ 4 này dự kiến vào khoảng năm 2030 sẽ được thương mại hoá.

Sở dĩ thái độ đối với điện hạt nhân của Mỹ đang thay đổi là vì hiện nay trong cơ cấu năng lượng Mỹ

phụ thuộc quá nhiều vào than. Theo số liệu của Ngân hàng Thế giới năm 2003 (2003 World Development Indicators – World Bank) sản lượng điện của Mỹ năm 2002 là 4003 tỷ KWh (của Việt Nam là 27 tỷ KWh), trong đó than chiếm 52,7%, hạt nhân 20%, khí 15,7%, thuỷ điện 5,2%, dầu mỏ 3,1%). Mỹ thải ra số lượng quá lớn khí CO_2 gây ra hiệu ứng nhà kính làm ảnh hưởng khí hậu toàn cầu. Công ước Kyoto quy định các nước sẽ phải giảm lượng khí CO_2, nếu quá lượng CO_2 cho phép thì mỗi tấn phải phạt 100USD gọi là thuế cacbon (carbon tax). Cho đến nay điện hạt nhân được xem là biện pháp duy nhất để giảm khí thải với số lượng lớn.

Thái độ của nước Mỹ sẽ ảnh hưởng lớn đến thái độ của các nước khác, trước hết là các nước Châu Âu, đối với sự phát triển của điện hạt nhân trong những năm tới.

Điện hạt nhân ở Pháp

Mười tuần lễ sau khi "*Uỷ hội Năng lượng Nguyên tử*" (Commissariat à l'Énergie atomique - CEA) được thành lập (10-1945), Giám đốc của Uỷ hội, ông Frédéric Joliot Curie đã trình lên Chính phủ một bản kế hoạch dài hạn từng bước phát triển khoa học và kỹ thuật nguyên tử ở Pháp.

Tháng 12-1948, dưới sự lãnh đạo của Frédéric Joliot Curie lò phản ứng nguyên tử đầu tiên của Pháp mang tên Zoé được đưa vào hoạt động, chạy bằng urani thiên nhiên và dùng nước nặng (D_2O) làm chậm nơtron. Lò này công suất rất nhỏ, chủ yếu dùng để làm thí nghiệm.

Lò phản ứng đầu tiên cung cấp điện năng của Pháp là lò G1 xây dựng ở Marcoule trên bờ Sông Rhône miền Đông Nam nước Pháp, bắt đầu hoạt động từ Tháng 9-1956. Pháp là nước thứ hai trên Thế giới có điện nguyên tử (sau Liên Xô). Tiếp theo lò G1 là lò G2 (9-1958) và lò G3 (1959) đều dùng urani thiên nhiên, vì lúc này Pháp chưa chế tạo được urani giàu như Mỹ hay Liên Xô. Các lò phản ứng này vừa cung cấp điện năng, vừa dùng để sản xuất ra plutôni 239. Nước Pháp đã dùng phương pháp này để chế tạo quả bom nguyên tử đầu tiên được thử tại Reggane ở Sa mạc Sahara ngày 13-2-1960.

Việc xây dựng thành công nhà máy làm giàu urani ở Pierelatte trên bờ Sông Rhône vào năm 1965 đánh dấu một bước ngoặt lớn trong công nghệ điện nguyên tử của Pháp. Từ năm 1970, Pháp từ bỏ loại lò phản ứng chạy bằng urani tự nhiên, làm chậm nơtron bằng graphit và làm nguội lò bằng khí cácbônic (được ký hiệu là lò GCR - Gaz Cooled Reactor) mà chuyển sang xây dựng loại lò phản ứng nước áp lực PWR kiểu Mỹ. Tháng 6-1982 nhà máy làm giàu urani công suất lớn Eurodif do sự hợp tác của Pháp với một số nước Châu Âu (Bỉ, Tây Ban Nha, Ý...) ra đời đã thúc đẩy mạnh mẽ sự phát triển của công nghiệp điện nguyên tử ở Pháp.

Theo số liệu thống kê gần đây, Pháp hiện có 59 lò phản ứng với tổng công suất 63 triệu KW, đứng thứ hai trên Thế giới sau Mỹ. Tỷ lệ điện nguyên tử so với toàn bộ sản lượng điện ở Pháp là 78%. Tất cả các lò phản ứng của Pháp đều thuộc loại lò PWR với công suất ngày càng lớn: 900MW, rồi 1300 MW và gần đây nhất là 1450 MW. Chính nhờ phát triển mạnh mẽ công nghiệp điện hạt nhân mà nước Pháp đã thực hiện được "*sự độc lập năng lượng*" (Indépendance énergétique), không lệ thuộc vào việc nhập dầu của nước ngoài, vượt qua được các cuộc khủng hoảng dầu mỏ.

Một ưu điểm lớn của ngành điện nguyên tử của Pháp là độ an toàn rất cao, do ngay từ đầu vấn đề an toàn đã được hết sức quan tâm.

Năm 1973 Pháp thành lập Cơ quan Trung ương về an toàn các cơ sở hạt nhân. Năm 1991 cơ quan này trở thành Tổng cục an toàn các cơ sở hạt nhân (Direction de la sureté des installations nucléaires - DSIN) được giao quyền hạn độc lập ngày càng cao để kiểm tra thường xuyên, bảo đảm an toàn cho các cơ sở hạt nhân, đặc biệt là các nhà máy điện hạt nhân. Năm 1975 thành lập Uỷ ban liên bộ về an toàn hạt nhân (Comité Interministériel de la Sureté Nucléaire - CISN), năm 1987 (sau tai nạn Trécnôbưn ở Ucraina) đổi thành Hội đồng cao cấp về an toàn và thông tin hạt nhân (Conseil Supérieur de la Sureté et de l'Information Nucléaire - CSSIN) mà thành phần có cả đại diện cơ quan báo chí và truyền thông. Phó Chủ tịch Hội đồng hiện nay là nhà báo khoa học Pierre Desgraupes. Tháng 11-1976 thành lập Viện bảo vệ và an toàn hạt nhân (Institut de Protection et de Sureté Nucléaire - IPSN) làm công cụ chuyên môn và kỹ thuật cho Tổng cục an toàn các cơ sở hạt nhân (DSIN) và Hội đồng cao cấp về an toàn và thông tin hạt nhân (CSSIN).

Đáp ứng đòi hỏi của công chúng Pháp, năm 1999 Uỷ hội Năng lượng Nguyên tử Pháp (CEA) đã phát động một cuộc vận động mang tên "*Mở cửa cho dân chúng*" (Ouverture au public) với nội dung mở cửa 11 trung tâm nghiên cứu của CEA ở Paris và ở các địa phương và các nhà máy điện hạt nhân, đón tiếp chừng 80.000 công chúng đến tham quan, tìm hiểu và tổ chức hàng loạt cuộc Hội nghị, hội thảo nhằm cung cấp thông tin và tranh luận rộng rãi với dân chúng cũng như các phương tiện truyền thông đại chúng.

Theo những cuộc thăm dò mới đây, đa số dân chúng Pháp tán thành và ủng hộ chính sách phát triển điện hạt nhân của Chính phủ Pháp.

Ngoài các nhà máy điện hạt nhân xây dựng trong nước, Pháp đã xây dựng nhiều nhà máy điện hạt nhân ở các nước khác như Nam Phi, Hàn Quốc, Trung Quốc, v.v. . . Ở Trung Quốc, Pháp đã xây dựng Nhà máy điện hạt nhân Daya Bay và Ling Ao ở bờ biển Tỉnh Quảng Đông, mỗi nhà máy có hai lò phản ứng kiểu nước áp lực PWR công suất mỗi lò 985 MW. Nhà máy điện hạt nhân Daya Bay khởi công xây dựng năm 1987, đưa vào hoạt động năm 1994. Nhà máy điện hạt nhân Ling Ao được đưa vào hoạt động vào năm 2002. Pháp dự định tiếp tục tham gia xây dựng nhiều nhà máy điện hạt nhân nữa ở các tỉnh miền duyên hải Trung Quốc.

Cuối năm 2003 Công ty Công nghiệp Hạt nhân Framatome của Pháp đã thắng thầu xây dựng lò phản ứng hạt nhân thứ 5 của Phần Lan. Đây là một lò phản ứng hạt nhân thuộc thế hệ thứ ba đầu tiên trên Thế giới do Pháp và Đức hợp tác chế tạo, ký hiệu là EPR (European Pressurized Water Reactor - Lò phản ứng nước áp lực Châu Âu) có độ an toàn và tính kinh tế cao hơn các lò phản ứng hạt nhân hiện nay. Công suất của lò là 1600 MW, lớn nhất từ trước đến nay. Nhà máy điện hạt nhân của Phần Lan này dự định sẽ khởi công vào đầu năm 2005 và khánh thành vào cuối năm 2009.

Điện hạt nhân ở Trung Quốc

Tháng 9-1958, Trung Quốc khánh thành lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu (Nuclear Research Reactor - NRR) đầu tiên, với sự giúp đỡ của Liên Xô. Đây là một lò kiểu HWRR (Heavy Water Research Reactor - Lò phản ứng nghiên cứu nước nặng) công suất ban đầu là 10.000KW (sau đưa lên 15.000 KW), dùng nhiên liệu là urani tự nhiên, chất làm chậm nơtron là nước nặng (D_2O). Loại lò này có thể tạo ra plutoni - 239 trên 90% có thể dùng để chế tạo vũ khí hạt nhân, gọi là plutoni quân sự (Plutonium militaire). Loại lò dùng urani giàu và nước nhẹ (H_2O) chỉ tạo ra plutoni dân sự (Plutonium civil), hàm lượng plutoni - 239 dưới 60%, không thể dùng để làm vũ khí hạt nhân được.

Tiếp theo NRR đầu tiên này, Trung Quốc đã xây dựng thêm 13 NRR khác, trong đó có lò thông lượng nơtron lớn HFETR khánh thành Tháng 12-1979 công suất tới 125.000 KW dùng để thử nghiệm vật liệu, có lò phản ứng nghiên cứu của Trường Đại học Thanh Hoa (Tsinghua Research Reactor) công suất 2.800 KW khánh thành Tháng 10-1964, v.v. . .

Với số lượng lớn chất đồng vị phóng xạ do các lò phản ứng nghiên cứu sản xuất ra, Trung Quốc đã đẩy mạnh việc ứng dụng các chất đồng vị phóng xạ và kỹ thuật hạt nhân trong các ngành y học, nông nghiệp, công nghiệp, v.v. . . phục vụ đắc lực cho sản xuất và đời sống. Tuy nhiên nhiệm vụ trọng tâm trong giai đoạn đầu của ngành hạt nhân Trung Quốc là phục vụ quốc phòng. Ngày 16-10-1964 Trung Quốc thí nghiệm thành công bom nguyên tử và chỉ 2 năm 8 Tháng sau, ngày 17-6-1967 thí nghiệm thành công bom khinh khí.

Sau năm 1979, Trung Quốc bước vào thời kỳ cải cách mở cửa, ngành hạt nhân Trung Quốc chuyển nhiệm vụ trọng tâm từ phục vụ quốc phòng sang phục vụ dân sinh và phát triển kinh tế, trước hết là ngành điện lực. Tháng 3-1985 nhà máy điện hạt nhân đầu tiên được khởi công xây dựng ở trên bờ Vịnh Hàng Châu thuộc Tỉnh Triết Giang, cách thành phố Thượng Hải 100km về phía Tây Nam, hoàn thành vào Tháng 10-1991. Nhà máy này mang tên là Nhà máy điện hạt nhân Tần Sơn (Quinshan Nuclear Power Plant) do Trung Quốc thiết kế và xây dựng, dùng một lò phản ứng kiểu nước áp lực PWR (Pressurized Water Reactor), công suất phát điện là 300.000 kW.

Nhà máy điện hạt nhân thứ hai của Trung Quốc được xây dựng bên bờ Vịnh Đại Á (Day Bay) thuộc Tỉnh Quảng Đông gồm 2 lò phản ứng hạt nhân kiểu PWR - 900, công suất mỗi lò 985MW do Công ty Framatome của Pháp cung cấp. Nhà máy được khởi công xây dựng vào Tháng 8-1987, lò thứ nhất bắt đầu cung cấp điện ngày 1-2-1994, lò thứ hai

ngày 6-5-1994. Trong toàn bộ sản lượng điện của nhà máy điện hạt nhân này, 70% được cung cấp cho Hồng Kông, 30% cho Tỉnh Quảng Đông.

Tiếp theo Nhà máy điện hạt nhân Daya Bay là nhà máy điện hạt nhân Ling Ao, nằm cách Daya Bay 1km về phía Tây, cũng gồm hai lò phản ứng PWR - 900 do công ty Pháp Framatome cung cấp, công suất mỗi lò 985 Mw. Nhà máy được khởi công xây dựng ngày 15-5-1997, lò phản ứng thứ nhất cung cấp điện vào Tháng 5-2002 và lò thứ hai vào Tháng 9-2002.

Ngày 2-6- l996 Trung Quốc khởi công xây dựng giai đoạn 2 của nhà máy điện hạt nhân Tần Sơn (Quinshan Phase 2) gồm hai lò phản ứng PWR hoàn toàn do Trung Quốc tự thiết kế và chế tạo. Lò phản ứng thứ nhất đã cung cấp điện ngày l5-4-2002. Mới đây vào Tháng 4-2004 lò phản ứng thứ hai cũng đã được đưa vào hoạt động.

Giai đoạn 3 của Nhà máy điện hạt nhân Tần Sơn bắt đầu từ năm 1997 với hai lò phản ứng dùng urani tự nhiên và nước nặng kiểu CANDU - 6 (Canadian Deuterium – Uranium Reactor) do Công ty Canada Atomic Energy of Canada Ltd (AECL) xây dựng với phương thức chìa khoá trao tay. Hai lò phản ứng mỗi lò công suất 665 MW đã được đưa vào hoạt động Tháng 9-2002 và Tháng 4-2003.

Như vậy, tính đến Tháng 4-2004, Trung Quốc đã có 9 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động với tổng công suất 6.750MW, điện hạt nhân chiếm khoảng 2,5% tổng sản lượng điện.

Hiện nay, một Nhà máy điện hạt nhân đang được xây dựng ở Liangyungang thuộc Tỉnh Giang Tô phía Bắc Thượng Hải với 2 lò phản ứng mang tên Tianwan-l và Tianwan-2 kiểu lò nước áp lực VVER-1000 do Nga chế tạo, theo một Hiệp định ký kết giữa Chính phủ Nga và Chính phủ Trung Quốc, công suất mỗi lò là 1000MW, khởi công vào Tháng 6-1999 và dự định sẽ đưa vào hoạt động trong năm 2004 và 2005.

Gần đây trên báo China Daily, Tổng Giám đốc Công ty Điện hạt nhân Tỉnh Quảng Đông (Guangdong Nuclear Power Co.Ltd) Qian Zhimin công bố kế hoạch xây dựng Nhà máy điện hạt nhân lớn nhất Trung Quốc gồm 6 lò phản ứng mỗi lò công suất 1000MW ở Yangjiang thuộc Huyện Yandong, trên bờ biển Tỉnh Quảng Đông, phía Tây nam Nhà máy điện hạt nhân Daya Bay. Các công ty Mỹ, Nhật, Nga, Canada và Pháp dự định sẽ tham gia đấu thầu thiết kế và xây dựng. Công ty Westinghouse của Mỹ dự định sẽ chào hàng loại lò AP 1000, Công ty Framatome của Pháp chào hàng loại lò CNP - 1000 phát triển từ loại lò ở Daya Bay và LingAo. Nhà máy điện hạt nhân này dự kiến sẽ bắt đầu xây dựng vào năm 2006, hai lò phản ứng đầu tiên đưa vào vận hành vào năm 2010.

Những Nhà máy điện hạt nhân khác đã được phê chuẩn và đang chuẩn bị để xây dựng trong thời gian tới và Quinshan đợt IV (2 lò x 1000MW) ở Tỉnh Triết Giang, Huian (2 lò x 1000MW) ở Tỉnh Phúc Kiến, Haiyang (2 lò x 1000MW) ở Tỉnh Sơn Đông.

Mới đây trong một cuộc Hội nghị Quốc tế kêu gọi các công ty nước ngoài đầu tư vào ngành điện hạt nhân Trung Quốc, ông Chen Zhaobo, Phó Tổng Giám đốc Tổng Công ty Công nghiệp hạt nhân Trung Quốc (China National Nuclear Corporation CNNC) cho biết Trung Quốc dự định đưa công suất điện hạt nhân từ 7 triệu KW hiện nay lên 20 triệu KW vào năm 2010 và 30-40 triệu KW vào năm 2020. Đến lúc ấy điện hạt nhân cũng chỉ mới chiếm 4-5% toàn bộ công suất điện (800 triệu kW).

Chính sách về điện hạt nhân của Trung Quốc trong những năm tới là hợp tác với công ty nước ngoài để nhanh chóng nội địa hoá và tiêu chuẩn hoá loại lò PWR 1000-1300MW, chuẩn bị cho việc xây dựng loại lò phản ứng hạt nhân nước nhẹ (Light Water Reactor - LWR) thế hệ mới, nâng cao tính cạnh tranh kinh tế của điện hạt nhân (hạ đầu tư xây dựng xuống 1500USD/KW, giá điện năng 5US cent/kWh),...

Trung Quốc có trữ lượng lớn về urani, có hạ tầng cơ sở vững chắc cho ngành điện hạt nhân như Nhà máy làm giàu urani (bằng phương pháp khuếch tán chất khí, ly tâm, laze), Nhà máy chế tạo thanh nhiên liệu, Nhà máy tái chế biến nhiên liệu hạt nhân, v.v...

Theo ông Chen Zhaobo, từ một nước bình quân công suất điện theo đầu người hiện nay chỉ có 0,195 kW, chưa bằng 1/3 bình quân của Thế giới, muốn bảo đảm đầy đủ và kịp thời nguồn điện năng cần thiết cho sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế, Trung Quốc không còn con đường nào khác là phát triển ngành công nghiệp hạt nhân một cách nhanh chóng và bền vững....

Điện hạt nhân ở Nhật Bản

Nhật Bản đứng thứ ba Thế giới về điện hạt nhân, sau Mỹ và Pháp, với 54 lò phản ứng hạt nhân có tổng công suất 44.287 MW.

Nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của Nhật được bắt đầu xây dựng từ năm 1960 và khánh thành Tháng 7-1966. Nhà máy này dùng một lò phản ứng GCR sử dụng urani thiên nhiên, làm lạnh bằng khí CO_2, giống kiểu Calder Hall của Anh hoạt động từ 1956. Nhà máy được xây dựng ở Tokai-mura, Tỉnh Ibaraki, công suất là 166 MW, sau 26 năm làm việc nay đã ngừng hạt động.

Từ năm 1970, Nhật Bản bước vào giai đoạn thứ 2 trong chương trình phát triển điện hạt nhân của mình: Nhà máy điện hạt nhân Tsuruga được đưa vào hoạt động với lò phản ứng đầu tiên chạy bằng nước nhẹ (Light Water REACTOR-LWR). Đây là một lò nước sôi BWR công suất 357.000 kW được khởi công xây dựng năm 1966 và hoàn thành trong một thời gian rất ngắn là 48 Tháng.

Giai đoạn thứ 3 là xây dựng lò phản ứng kiểu nước sôi BWR công suất lớn, bắt đầu bằng lò phản ứng BWR ở Nhà máy điện hạt nhân Tokai số 2 công suất 1.100.000kW, bắt đầu khởi công xây dựng năm 1973, hoàn thành năm 1978. Một loại lò phản ứng BWR ra đời và đến năm 1992 nước Nhật chiếm kỷ lục Thế giới về sản lượng điện hạt nhân do lò BWR sản xuất ra là 100 tỷ kWh.

Giai đoạn thứ 4 bắt đầu bằng việc khởi động lò phản ứng nước dưới áp suất PWR công suất 1.160.000 KW tại Nhà máy điện hạt nhân Turuga số 2 vào Tháng 2-1987, sau 5 năm xây dựng Nhà máy này đáp ứng những tiêu chuẩn cao an toàn, tin cậy và bảo vệ môi trường.

Hiện nay điện nguyên tử chiếm 34,47% trong toàn bộ sản lượng của Nhật, dự kiến đến năm 2010, tỷ lệ này sẽ được đưa lên đến 40%. Điện nguyên tử được xem là nguồn năng lượng quan trọng của nước Nhật trong Thế kỷ XXI.

Từ năm 1992 Nhật đã xây dựng Nhà máy làm giàu urani tại Làng Rokkasho, Tỉnh Aomori ở phía Bắc nước Nhật. Bên cạnh Nhà máy này là một trung tâm xử lý chất thải hạt nhân đã hoạt động từ 1995 và một trung tâm tái chế biến nhiên liệu hạt nhân dự định sẽ đưa vào hoạt động vào năm 2005. Nhà máy tái chế biến sẽ cho sản phẩm là plutoni dùng làm nhiên liệu cho lò phản ứng tái sinh nơtron nhanh (Fast breeder reactor- FBR). Trong lò phản ứng này, nơtron do phản ứng phân hạch sinh ra đập vào urani-238 cho plutoni-239, số lượng chất phân hạch plutoni-239 sinh ra lớn hơn số lượng chất phân hạch ban đầu, vì vậy gọi là lò phản ứng tái sinh. Lò phản ứng hạt nhân nơtron nhanh cho phép sử dụng nhiên liệu hạt nhân có hiệu quả gấp hàng chục lần các lò nơtron nhiệt hiện nay, vì các lò hiện nay chỉ sử dụng urani-235 chiếm 0,7% trong urani tự nhiên, còn lò phản ứng nơtron nhanh cho phép sử dụng cả urani-238 chiếm đến 99,3% trong urani tự nhiên.

Lò phản ứng nơtron nhanh thí nghiệm Joyo hoạt động từ năm 1978 với công suất nhiệt là 50MW. Năm 1984 công suất được đưa lên 100MW. Năm 1985 Nhà máy điện hạt nhân dùng lò phản ứng nơtron nhanh Monju được xây dựng và đưa vào hoạt động vào năm 1992 với công suất nhiệt là 714 MW và công suất điện là 250 MW. Đây là bước cầu nối từ lò thí nghiệm đến những lò phản ứng nơtron nhanh thương mại quy mô lớn trong tương lai. Dự kiến sau năm 2030 lò phản ứng nơ tron nhanh sẽ giữ vai trò chủ đạo trong ngành điện hạt nhân của Nhật Bản.

Hai công ty lớn thiết kế, xây dựng và tư vấn về điện hạt nhân của Nhật là Mitsubishi chuyên về các lò nước áp lực PWR và Toshiba chuyên về các lò nước sôi BWR. Hai công ty này đang tư vấn cho các nước trong vùng Đông Nam Á, trong đó có ta trong chương trình phát triển điện hạt nhân và có kế hoạch xuất khẩu các loại lò PWR và BWR sang các nước trong vùng cũng như sang các nước khác.

Điện hạt nhân ở Hàn Quốc

Ở Châu Á nước thứ hai đứng sau Nhật Bản là Hàn Quốc. Nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của Hàn Quốc là Nhà máy Kori gồm 4 lò phản ứng kiểu PWR mua của Công ty Mỹ Westinghouse. Lò thứ nhất khởi công xây dựng Tháng 11-1971, hoàn thành 4-1978, thời gian xây dựng mất 6 năm rưỡi, công suất 578 MW. Lò thứ hai công suất 650 MW hoàn thành năm 1983, lò thứ ba 950 MW hoàn thành năm 1985, năm 1986 hoàn thành lò thứ tư công suất 950MW.

Hai lò phản ứng thứ 5 và thứ 6 cũng kiểu PWR do Westinghouse cung cấp công suất mỗi lò 950 MW được đưa vào hoạt động vào Tháng 8-1986 và Tháng 7-1987 tại Nhà máy điện hạt nhân Younggwang. Tiếp theo là các lò phản ứng thứ 7 và thứ 8 do công ty Pháp Framatome cung cấp kiểu

Bảng kê các lò phản ứng đang hoạt động, đang xây dựng vào dự định xây dựng ở Hàn Quốc

	Kiểu lò	Đơn vị lò	Công suất (MW)	Năm khánh thành	Công ty
Đang hoạt động 16 lò phản ứng 13917MW	PWR	Kori-1	587	1978	Westinghouse(Mỹ)
		Kori-2	650	1983	-
		Kori-3	950	1985	-
		Kori-4	950	1986	-
		Younggwang 1	950	1986	Westinghouse
		Younggwang 2	950	1987	
		Younggwang 3	1000	3-1995	Hanjung
		Younggwang 4	1000	12-1995	
		Ulchin 1	950	1988	Framatome (Pháp)
		Ulchin 2	950	1989	Hanjung
		Ulchin 3	1000	1998	
		Ulchin 4	1000	1999	**AECL** (Canada)
Đang xây dựng (4 đơn vị)	PHWR (lò nước nặng dưới áp suất)	Wolsung 1	679	1983	**AECL** (Hanjung)
		Wolsung 2	700	1997	
		Wolsung 3	700	1998	
		Wolsung 4	700	1999	
	PWR	Ulchin 5	1000	9-2004	Hanjung
		Ulchin 6	1000	9-2005	
		Younggwang 5	1000	4-2002	Hanjung
		Younggwang 6	1000	12-2002	
Sắp xây dựng (4 đơn vị)	PWR	New Kori 1	1000	9-2009	Chưa quyết định
		New Kori 2	1000	9-2009	

Kế hoạch phát triển điện hạt nhân ở Hàn Quốc

	12-2000		12-2015	
	Sản lượng điện (tỷ kWh)	Tỷ lệ (%)	Sản lượng điện (tỷ kWh)	Tỷ lệ (%)
Hạt nhân	109	40,9	199,1	44,5
Than đá	97,5	36,6	149,0	34,9
Khí thiên nhiên	28,1	10,6	46,3	10,8
Dầu mỏ	26,1	9,8	30,7	10,8
Thủy điện	5,6	2,1	4,7	7,2
Tổng cộng	266,4	100		100

PWR công suất là 950 MW, được xây dựng tại Nhà máy điện hạt nhân Ulchin, được đưa vào hoạt động năm 1988 và 1989.

Dựa trên kinh nghiệm mà các Công ty Westinghouse của Mỹ, Framatome của Pháp, AECL (Atomic Energy of Canada Ltd) của Canada cung cấp, từ đầu những năm 90 Hàn Quốc bắt đầu tự thiết kế và xây dựng Nhà máy điện hạt nhân của mình. Công ty thiết kế và xây dựng Nhà máy điện hạt nhân chủ yếu của Hàn Quốc là Công ty Hanjung (nguyên là Công ty Công nghiệp nặng) và xây dựng 2 lò phản ứng PWR mỗi lò 1000 MW khánh thành vào Tháng 3 và Tháng 12 năm 1995 tại Nhà máy điện hạt nhân Younggwang, 2 lò phản ứng mỗi cái 1000 MW khánh thành năm 1998 và 1999 tại Nhà máy điện hạt nhân Ulchin. Loại lò phản ứng 1000 MW (1.000.000 KW) này đã trở thành lò tiêu chuẩn của Triều Tiên (Korea Standard Nuclear Power Reactor KSNP) do Hàn Quốc tự thiết kế và chế tạo từ năm 1995. Dựa trên loại lò này Hàn Quốc đang nghiên cứu thiết kế loại lò cải tiến ký hiệu APWRI400 công suất 1400 MW có độ an toàn cao gấp mười lần loại lò KSNP và giá thành điện năng cũng rẻ hơn. Lò phản ứng kiểu mới APWR 1400 này dự kiến sẽ được đưa vào sử dụng vào năm 2010.

Trong bảng trên ta thấy rằng, trong lúc sản lượng điện hạt nhân ở Mỹ và Châu Âu trong những thập kỷ đầu của Thế kỷ 20 đang giảm sút thì điện hạt nhân ở Hàn Quốc vẫn sẽ không ngừng phát triển.

Có thể nói rằng sự phát triển nhanh chóng của nền kinh tế Hàn Quốc trong mấy thập kỷ qua một phần không nhỏ là nhờ vào sự phát triển nhanh chóng của công nghiệp điện hạt nhân. Ngày nay Hàn Quốc không những có thể tự lực xây dựng Nhà máy điện hạt nhân mà còn có thể xuất khẩu. Vừa qua ngày 7-8-2002 Kumho (CHDCND Triều Tiên) đã tổ chức lễ động thổ Nhà máy điện hạt nhân với 2 lò phản ứng PWR công suất mỗi lò 1.000.000 KW, đầu tư 4,6 tỷ USD. Tổ chức phát triển năng lượng trên Bán đảo Triều Tiên (Korean Peninsula Energy Development Organization-KEDO) do Hàn Quốc, Mỹ và Nhật Bản thành lập năm 1995 đảm nhiệm việc xây dựng Nhà máy điện hạt nhân cho Cộng hoà Dân chủ Nhân dân Triều Tiên, đổi lấy việc CHDCND Triều Tiên từ bỏ kế hoạch chế tạo vũ khí hạt nhân.

Cuối năm 2001 công ty Hanjung đã được đổi tên thành "*Công ty công nghiệp nặng và xây dựng Doosan*" (Doosan Heavy Industries and Construction).

Ngoài việc xây dựng các Nhà máy điện hạt nhân trong nước, Công ty Doosan bắt đầu xuất khẩu điện hạt nhân của Hàn Quốc ra nước ngoài. Hiện Công ty Doosan đang cùng Công ty AECL của Canada xây dựng 2 lò phản ứng kiểu nước nặng CANDU, mỗi lò công suất 700 MW dự định năm 2003 hoàn thành tại Nhà máy điện hạt nhân Tần Sơn ở Tỉnh Triết Giang, Trung Quốc.

Điện hạt nhân ở Ấn Độ

Việc nghiên cứu về hạt nhân ở Ấn Độ có thể nói khởi đầu bằng bức thư đề ngày 19-8-1943 mà Tiến sĩ Homi Jehangiz Bhabha, nhà vật lý hạt nhân xuất sắc của Ấn Độ và có danh tiếng trên Thế giới gửi cho ông Shri J.R. D. Tata, Chủ tịch Tập đoàn thép Tata Trusts của ấn Độ. Trong thư Tiến sĩ Homi Bhabha viết rằng "*do thiếu điều kiện vật chất và tài chính mà nền khoa học Ấn Độ không phát triển được, để lãng phí biết bao nhân tài của đất nước*" và để mở đầu cho việc xây dựng nền khoa học hiện đại của Ấn Độ ông đề nghị Tập đoàn Tata giúp đỡ xây dựng một Viện nghiên cứu về khoa học nguyên tử. Ngày 14-4-1944 cuộc họp các cổ đông của Tập đoàn thép Tata đã chấp nhận đề nghị này và ngày 19-12-1945, Viện nghiên cứu đầu tiên của Ấn Độ về khoa học nguyên tử được khánh thành ở Bombay, mang tên Viện nghiên cứu cơ bản Tata (Tata Institute of Fundamental Research).

Sau ngày Ấn Độ được độc lập vào năm 1947, Thủ tướng Ấn Độ Jawaharlal Nehru (1889-1954) đã hết sức ủng hộ việc phát triển khoa học kỹ thuật hạt nhân ở Ấn Độ. Ngày 15-4-1948 Quốc hội Ấn Độ thông qua đạo luật về năng lượng nguyên tử (Atomic Energy Act).

Ngày 10-8-1948 Uỷ ban năng lượng nguyên tử Ấn Độ (Atomic Energy Commission of India) được thành lập, do Tiến sĩ Homi Bhabha làm Chủ tịch.

Ngày 3-8-1954 Bộ năng lượng nguyên tử Ấn Độ được thành lập. Tiến sĩ Homi Bhabha được bổ

nhiệm làm Bộ trưởng. Đồng thời ông cũng là Chủ tịch Uỷ ban năng lượng nguyên tử Ấn Độ.

Tiến sĩ Bhabha là người đã có công lớn trong việc phát triển ngành khoa học kỹ thuật của Ấn Độ. Tháng 3-1944 ông đã từng nói: "*Chừng vài chục năm nữa, khi khoa học kỹ thuật nguyên tử Ấn Độ đã phát triển để phục vụ cho việc sản xuất điện năng thì ấn Độ không còn cần phải trông chờ vào chuyên gia nước ngoài mà có những chuyên gia giỏi đào tạo ngay trong nước mình*".

Dưới sự lãnh đạo của ông, một trung tâm nghiên cứu nguyên tử lớn được thành lập ở Trombay gần Bombay. Thủ tướng Jawaharlal Nehru đã đến khánh thành Trung tâm này vào ngày 20-1-1957.

Tại Trung tâm này, ngày 4-8-1956 lò phản ứng hạt nhân thí nghiệm đầu tiên của Châu Á được khánh thành (hai năm trước lò phản ứng của Trung Quốc khánh thành Tháng 8-1958).

Lò phản ứng này mang tên là Lò phản ứng Apsara có công suất 1000 KW. Lò này dùng nhiên liệu là urani có độ giàu rất cao và dùng nước thường làm chậm nơtron.

Tiến sĩ Homi Bhabha không những là người lãnh đạo có uy tín của ngành năng lượng hạt nhân Ấn Độ mà còn là một nhà khoa học có uy tín Quốc tế. Năm 1955 trong Hội nghị Liên hiệp Quốc tế về ứng dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình ở Geneve ông được bầu là Phó Chủ tịch và năm 1958 ông là Chủ tịch Hội nghị Liên hiệp quốc về sử dụng năng lượng nguyên tử vào mục đích hoà bình ở Geneve lần thứ hai. Không may ngày 24-1-1966 ông đã qua đời trong một tai nạn máy bay. Ngày 12-1-1967, khi đến thăm Trung tâm nghiên cứu nguyên tử Trombay, Thủ tướng Ấn Độ Indira Gandhi đã tuyên bố đặt tên Trung tâm này là Trung tâm nghiên cứu nguyên tử Bhabha (Bhabha Atomic Research Center-BARC).

Chiến lược điện hạt nhân của Ấn Độ chia làm hai giai đoạn: Giai đoạn đầu là xây dựng Nhà máy điện hạt nhân dùng lò phản ứng PHWR (Pressurized heavy water reactor - lò phản ứng nước nặng dưới áp suất) với nhiên liệu là urani tự nhiên do Ấn Độ tự chế tạo, chất làm chậm là nước nặng do Ấn Độ sản xuất, hoàn toàn không phụ thuộc vào nước ngoài. Giai đoạn thứ hai là đi vào lò phản ứng nơtron nhanh FBR (Fast breeder reactor) cho phép sử dụng nhiên liệu hạt nhân với hiệu suất cao hơn nhiều lần lò nơtron chậm hiện các nước đang sử dụng, dùng nhiên liệu là plutoni và urani-233 sản xuất ra từ thori.

Nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của ấn Độ xây dựng ở Rajasthan gồm 2 lò phản ứng PHWR, công suất mỗi lò 220 MWe, lò thứ nhất bắt đầu hoạt động từ Tháng 12-1973, lò thứ hai từ Tháng 4-1981.

Tính cho đến Tháng 1-2002, theo thống kê của Cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế, ấn Độ có 14 lò phản ứng cung cấp điện năng với tổng công suất 2503 MW. Điện hạt nhân chỉ mới chiếm 3,7%. Ấn Độ dự định trong mười năm tới sẽ đưa tỷ lệ điện hạt nhân lên 10%. Sở dĩ số lò phản ứng nhiều nhưng tổng công suất không lớn là vì các lò phản ứng của Ấn Độ thường công suất chỉ 200-300 MW, trong khi các nước Pháp, Nhật, Mỹ, Hàn Quốc... công suất lò phản ứng cỡ 1000-1500 MW.

Để chuẩn bị cho tương lai ấn Độ đã sớm đẩy mạnh việc nghiên cứu về lò phản ứng nơtron nhanh. Việc nghiên cứu này lúc đầu tiến hành ở Trung tâm nghiên cứu hạt nhân Bhabha (BARC). Nhận thức được việc quan trọng của lò phản ứng nơtron nhanh, Chính phủ ấn Độ quyết định xây dựng một trung tâm nghiên cứu lò phản ứng ở Kalpakkam, bắt đầu hoạt động từ năm 1971. Tại Trung tâm này đã xây dựng một lò phản ứng hạt nhân nơtron nhanh thử nghiệm công suất 15000 kW, khánh thành ngày 18-10-1985. Ngày 16-12-1985 Thủ tướng Ấn Độ Rajiv Gandhi đã đến thăm Trung tâm nghiên cứu lò phản ứng và đặt tên cho Trung tâm này là Trung tâm nghiên cứu nguyên tử Indira Gandhi (Indira Gandhi Center of Atomic Research). Tại Trung tâm này đang nghiên cứu xây dựng loại lò phản ứng nơtron nhanh 500 MW (500000 kw).

Điện hạt nhân ở Phần Lan

Phần Lan là một nước nhỏ ở Bắc Âu, dân số chỉ có 5 triệu người, diện tích 338.000 km2, lớn hơn Việt Nam một ít (332.000 km2). Phần Lan được mệnh danh là "*đất nước của hàng nghìn cái hồ*". Nước chiếm 10% diện tích Phần Lan, 2/3 phần còn lại là rừng, chủ yếu là rừng thông, những cánh rừng bạt ngàn này là một phần tài sản quý báu của Phần Lan.

Trong lịch sử, Phần Lan chịu sự đô hộ của Thuỵ Điển một thời gian dài từ Thế kỷ XI đến đầu Thế kỷ

XIX, từ năm 1809 trở thành một đại công quốc dưới sự bảo hộ của Nga hoàng, sau năm 1917 Cách mạng Tháng 10 Nga đánh đổ chế độ Nga Hoàng, Phần Lan mới trở thành một Quốc gia độc lập.

Ngày nay Phần Lan trở thành một nước công nghiệp phát triển, có mức sống cao và văn minh vào bậc nhất trên Thế giới. Theo số liệu năm 2003 của Ngân hàng Thế giới (2003 World Development Indicators - World Bank), GDP theo đầu người của Phần Lan năm 2001 là 23.780 USD, hơn cả Đức (23.560 USD) và Pháp (22.370 USD). Cũng theo tài liệu trên, năm 2001 GDP theo đầu người của Việt Nam là 410 USD, Trung Quốc là 890 USD, Singapore là 21.500 USD, Thái Lan 1940 USD, Malaysia 3384 USD, Philippines 1030 USD.

Theo sự đánh giá năm 2003 của "*Tổ chức minh bạch Quốc tế*" (Transparency International) nước đứng đầu về sự trong sạch là Phần Lan (9,7 điểm), rồi đến Island (9,6), Đan Mạch (9,5), New Zeland (9,5), Singapore (9,4), Thụy Điển (9,3), Việt Nam được xếp thứ 100 với 2,4 điểm. Nước đứng cuối bảng (thứ 133) là Bangladesh (1,3 điểm).

Sản lượng điện theo đầu người của Phần Lan năm 2001 là 15.848 kwh/người/năm, đứng thứ 4 trên Thế giới chỉ sau Na Uy (28.500), Canada (19.500) và Thuỵ Điển (16.200) trước cả Mỹ 14.050.

Nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của Phần Lan bắt đầu hoạt động từ năm 1977 dùng 2 lò phản ứng kiểu nước VVER - 440 của Liên Xô, công suất mỗi lò 448MW, được xây dựng ở Loviisa, cách Thủ đô Helsinki 100 km về phía Đông.

Năm 1969 Công ty điện lực TVO (Teolisuuden Volma Oy) ra đời do một số doanh nghiệp công nghiệp tư nhân tiêu thụ nhiều điện thành lập. Công ty này đã xây dựng 2 lò phản ứng hạt nhân trên Đảo Olkiluotio bắt đầu hoạt động và năm 1979 và 1982, công suất mỗi lò 735 MW thuộc loại lò phản ứng nước sôi BWR (Boiling Water Reactor) theo thiết kế của Thuỵ Điển, urani dùng trong Nhà máy này đến từ Canada, úc, Nigiê, Trung Quốc, Nga và được làm giàu ở Nga.

Sau khi lò phản ứng thứ tư bắt đầu hoạt động vào năm 1982, cả Công ty điện lực Nhà nước IVO và Công ty điện lực tư nhân TVO có kế hoạch xây dựng lò phản ứng thứ 5 và thứ 6. Nhưng rồi tai nạn Nhà máy điện hạt nhân Tchernobyl xảy ra ngày 26-4-1986 đã làm kế hoạch xây thêm lò phản ứng hạt nhân phải ngưng lại. Năm 1992, Quốc hội Phần Lan thông qua "*Luật về năng lượng hạt nhân* (Nuclear Energy Act) *trong đó quy định một đề án về điện hạt nhân trước hết phải được Chính phủ tuyên bố là phù hợp với lợi ích Quốc gia, sau đấy được Quốc hội biểu quyết chấp thuận*. Đề án xây dựng lò phản ứng hạt nhân thứ năm đề xuất vào năm 1993 đã được Chính phủ công nhận là phù hợp lợi ích quốc gia nhưng khi đưa ra bỏ phiếu ở Quốc hội thì bị bác bỏ. Người đã hăng hái nhất vận động để Quốc hội bác bỏ chính là Nghị sĩ Đảng Trung tâm Matti Vanhanen, sau này trở thành Thủ tướng Phần Lan.

Từ năm 1994 đến nay, trong mười năm qua, dư luận công chúng đã chuyển biến có lợi cho điện hạt nhân. Để bảo đảm khách quan, Liên hiệp các công nghiệp năng lượng Phần Lan (Finergy) đã nhờ Công ty Quốc tế Gallup tổ chức thăm dò ý kiến, kết quả như sau: năm 1989 số người ủng hộ là 25%, phản đối là 45%, năm 1994 ủng hộ: 31%, phản đối: 35 %, năm 1999: ủng hộ 37%, phản đối: 33%.

Nguyên nhân của sự thay đổi ấy là:

1. *Nhu cầu năng lượng:* sự phát triển kinh tế nhanh, khí hậu mùa đông khắc nghiệt và yêu cầu vận chuyển trên khoảng cách lớn là ba yếu tố làm cho việc tiêu thụ năng lượng tăng nhanh, trong khi ấy thì Phần Lan phụ thuộc rất nhiều vào sự cung cấp năng lượng từ nước Nga: 100% khí, phần lớn dầu mỏ phải nhập từ Nga. Điện hạt nhân được xem là phương án kinh tế nhất để thoả mãn nhu cầu năng lượng.

2. *Bảo vệ môi trường:* Phần Lan đã cam kết tôn trọng Công ước Kyoto về giảm thải khí hiệu ứng nhà kính. Điện hạt nhân được xem là biện pháp tốt nhất để thực hiện lời cam kết ấy.

Rút kinh nghiệm thất bại năm 1993, lần này Công ty TVO chú trọng trước tiên là vận động các đại biểu Quốc hội và các nhà chính trị, làm cho họ thấy rõ tình hình hiện tại và tương lai ngành năng lượng của đất nước. Đồng thời cần làm tốt công tác thông tin đại chúng, làm cho mỗi người công dân quan tâm đến vấn đề năng lượng. Cuộc bỏ phiếu ở

Quốc hội Phần Lan đã diễn ra vào giữa Tháng 5-2002. Từ 25 năm nay mới có một lần mà 100% đại biểu đến họp. Kết quả là 109 phiếu tán thành việc xây dựng lò phản ứng hạt nhân thứ 5 của Phần Lan, 92 phiếu phản đối. Sau cuộc bỏ phiếu, Thủ tướng Phần Lan Matti Vanhanen, người chống đối điện hạt nhân hăng hái nhất vào năm 1993, đã phát biểu rằng Chính phủ sẽ tôn trọng quyết định của Quốc hội và thực thi trách nhiệm của mình để quyết định này được thực hiện nhanh chóng.

Tháng 9-2002, Chính phủ Phần Lan tổ chức đấu thầu Quốc tế. Tham gia đấu thầu có hai Công ty Mỹ Westinghouse (với lò AP 1OOO) và General Electric (với lò EABWR 1400), Công ty Atomstroyexport của Nga với lò VVER - 1000 và Công ty Pháp Framatome với lò EPR (European Pressurized Water Reactor - Lò phản ứng nước áp lực Châu Âu). Cuộc đấu thầu diễn ra công khai và công bằng. Kết quả công ty Framatome của Pháp đã thắng thầu.

Ngày 8-12-2003 hợp đồng đã được ký giữa Công ty điện lực TVO của Phần Lan và Công ty Framatome của Pháp theo đấy Framatome sẽ cung cấp cho TVO một lò phản ứng EPR là lò phản ứng đầu tiên thuộc thế hệ thứ ba có độ an toàn và tính kinh tế cao do Pháp và Đức hợp tác chế tạo, công suất 1600 MW, lớn nhất Thế giới hiện nay (gần bằng công suất Nhà máy thuỷ điện Hoà Bình là 1920 MW).

Mới đây khi sang thăm Phần Lan, Thủ tướng Cộng hoà Séc Vladimia Spidla đã phát biểu: "*Phần Lan là nước đi trước và sắp tới đây tất cả chúng ta sẽ phải đi theo Phần Lan*".

AN TOÀN VÀ CHẤT THẢI PHÓNG XẠ: HAI THÁCH THỨC LỚN CỦA ĐIỆN HẠT NHÂN

Cách đây 18 năm, ngày 26-4-1986 tai nạn lớn đã xảy ra tại Nhà máy điện hạt nhân Tchernobyl cách thủ đô Kiev của Ukraina chừng 150km. Nguyên nhân chủ yếu là do đã sử dụng loại lò phản ứng kiểu mới RBMK không an toàn. Các lò phản ứng PWR của Mỹ, Pháp.... đều có một thùng lò bằng thép không gỉ nặng đến 200 tấn, vỏ dày 20cm, nếu có việc gì xảy ra thì cũng chỉ giới hạn bên trong thùng lò. Những người thiết kế loại lò RBMK đã bỏ không dùng thùng lò mà hàng ngàn thanh nhiên liệu được cắm vào 1400 tấn graphit, bên trên đậy một nắp bê tông nặng 500 tấn. Sau khi vụ nổ xảy ra, tấm bê tông bị bật tung lên trời rồi rơi xuống phá vỡ cấu trúc của lò phản ứng. Bụi phóng xạ bốc lên cao đến 10km, bị gió cuốn theo hướng Tây – Bắc làm nhiễm xạ một vùng rộng lớn ở phía Bắc Ukraina, phía Nam nước Nga, nước Cộng hoà Bêlarút và các nước Bắc và Tây Âu.

Trong số những người tham gia khắc phục hậu quả trực tiếp có 31 người chết trong những ngày đầu sau khi xảy ra tai nạn. Đến cuối năm 1995, khoảng 800 trường hợp trẻ em dưới 15 tuổi được chẩn đoán mắc bệnh ung thư tuyến giáp, chủ yếu ở miền Bắc Ukraina và Bêlarút.

Sau tai nạn Tchernobyl, vấn đề dân chúng quan tâm nhất là vấn đề an toàn. Tai nạn Tchernobyl đã thúc đẩy các nhà thiết kế lò phản ứng hạt nhân phải nâng cao độ an toàn đến mức tối đa, cho dù nhân viên vận hành có nhầm lẫn cũng không xảy ra tai nạn. Một thế hệ lò phản ứng thứ ba có độ an toàn cao đã đã được thiết kế xong, điển hình là lò EPR (European Pressurized Water Reactor - Lò phản ứng nước áp lực Châu Âu) công suất 1600MW do Pháp và Đức hợp tác thiết kế sẽ được khởi công xây dựng ở Phần Lan vào đầu năm 2005 và hoàn thành vào cuối năm 2009. Các nước Mỹ, Nhật, Nga cũng đã thiết kế loại lò nước áp lực (PWR) hay nước sôi (BWR) cải tiến như AP - 1000 (Westinghouse, Mỹ), APWR (Advanced Pressurized Water Reactor, Mitsubishi, Nhật), ABWR (Advanced Boiling Water Reactor, Toshiba, Nhật), v.v. . .

Cuối năm 2002 theo sáng kiến của Bộ Năng lượng Mỹ, 10 nước đã họp Diễn đàn Quốc tế thế hệ thứ IV. Loại lò phản ứng thế hệ thứ tư này dự kiến sẽ thương mại hoá sau năm 2030.

Cũng cuối năm 2002, kế hoạch hợp tác xây dựng lò phản ứng nhiệt hạch thí nghiệm Quốc tế ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) đã được ký kết giữa các nước Mỹ, Cộng đồng Châu Âu, Nga, Canada, Nhật Bản, Hàn Quốc và Trung Quốc với chi phí tổng cộng 12 tỷ USD. Lò phản ứng này dự tính khởi công năm 2006, hoàn thành năm 2015, địa điểm đang lựa chọn, có thể ở Pháp hay Nhật. Có thể Nhà máy điện nhiệt hạch đầu tiên sẽ ra đời vào nửa sau của Thế kỷ XXI và

lúc ấy ước mơ có một nguồn năng lượng an toàn, sạch sẽ và hầu như vô tận sẽ trở thành hiện thực.

Đối với các chất thải phóng xạ, trên Thế giới có hai cách giải quyết. Pháp chủ trương tái chế biến để lấy ra chất phân hạch plutoni - 239 (sinh ra do nơtron bắn vào hạt nhân urani – 238) và urani chưa cháy hết để dùng lại trong Nhà máy điện hạt nhân mới. Sản phẩm phân hạch còn lại sẽ được thủy tinh hoá và cất giữ trong hầm đá hoa cương, hay đất sét ở sâu trong lòng đất. Tôi đã được đến tham quan một Nhà máy thuỷ tinh hoá chất thải phóng xạ khi tham dự một lớp học về điện hạt nhân ở Pháp. Mỹ chủ trương không tái chế biến mà chôn cất trực tiếp vì sợ lấy ra plutoni thì có thể khuyến khích việc phổ biến vũ khí hạt nhân.

Do yêu cầu cao về an toàn nên chi phí xây dựng Nhà máy điện hạt nhân thường cao hơn so với các Nhà máy nhiệt điện thông thường. Tuy nhiên các chi phí về nhiên liệu, vận chuyển, bảo dưỡng lại thấp và thời gian vận hành nhiều hơn, nên ở nhiều nước giá thành điện hạt nhân rẻ hơn so với nhiệt điện thông thường. Ví dụ ở Pháp giá 1kWh điện than là 5,04US cent (750 đồng VN) còn điện hạt nhân là 3,5 US cent (540 đồng VN); ở Phần Lan điện than là 3,96US cent và điện hạt nhân là 3,39 US cent, ở Hàn Quốc điện than là 3,73 US cent và điện hạt nhân là 3,2 US cent..

VẤN ĐỀ XÂY DỰNG NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN Ở NƯỚC TA

Theo số liệu công bố năm 2003 của Trung tâm Nghiên cứu Năng lượng Châu Á - Thái Bình Dương (Asia - Pacific Energy Research Center), năm 2001 Việt Nam sản xuất được 30,608 tỷ kWh điện, trong đó thủy điện là 18,210 tỷ kWh (59,5%) và nhiệt điện là 12,398 tỷ kWh (40,5%). Sản lượng điện theo đầu người là 384kWh/người/năm (Singapore: 7.825, Malaysia: 2.900, Thái Lan: 1.570, Philippines: 581, Indonesia: 443).

Theo số liệu năm 2003 của Ngân hàng Thế giới (World Development Indicators World Bank), GDP theo đầu người của Việt Nam năm 2001 là 410USD/người/năm (Singapore: 21.500, Malaysia: 3.384, Thái Lan: 1.940, Philpines: 1.030 Indonesia: 690).

Trong bản "*Kế hoạch phát triển điện lực Việt Nam đến năm 2020*" của Tổng công ty Điện lực Việt Nam có đưa ra ba phương án: phương án thấp, tăng trưởng bình quân mỗi năm 9,5% thì nhu cầu tiêu thụ điện năm 2020 là 142 tỷ kWh; phương án cơ sở tăng trưởng 10,2% thì nhu cầu tiêu thụ là 157 tỷ kWh; phương án cao, tăng trưởng 11% thì nhu cầu tiêu thụ là 201 tỷ kWh. Dự kiến năm 2020 dân số nước ta sẽ là 100 triệu người, như vậy sản lượng điện bình quân theo đầu người là 2010 kWh/người/năm, bằng 70% mức của Malaysia năm 2000 (2.900 kWh/người/năm).

Với mức tăng trưởng hàng năm 9,7% thì đến năm 2020 GDP của ta sẽ đạt 200 tỷ USD, tính theo đầu người sẽ là 2000USD/người/năm, xấp xỉ mức của Thái Lan năm 2001 (1.940 USD/người/năm) và bằng 60% của Malaysia năm 2001 (3.384USD/người/năm).

Để đạt 201 tỷ kWh điện năm 2020, tính toán tất cả các nguồn năng lượng như than, dầu, khí, thuỷ điện, địa nhiệt..., kể cả nhập điện và than vẫn chưa đủ, vì vậy phải tính đến việc xây dựng một Nhà máy điện hạt nhân trên bờ biển Tỉnh Ninh Thuận để lấy nước làm lạnh, gồm 2 lò phản ứng mỗi lò công suất 1.000MW, lò đầu tiên chạy vào năm 2017, giá thành xây dựng 1.800 USD/KW, sau này có thể hạ hơn.

Có người nói rằng mức phát triển GDP 9,7% và tăng trưởng năng lượng đến 201 tỷ kWh vào năm 2020 là quá cao, không cần phải đưa điện hạt nhân vào quá sớm. Kinh nghiệm Hàn Quốc vào năm 1961 GDP theo đầu người không đến 100USD (xem Tạp chí Time của Mỹ số ra ngày 30-8-1999), nhưng đến năm 2002 đã lên đến 10.004 USD (số liệu Ngân hàng Thế giới năm 2003), một phần chính là nhờ sớm phát triển mạnh mẽ công nghiệp điện hạt nhân, kịp thời đáp ứng nhu cầu năng lượng cho sự phát triển kinh tế. Nước ta muốn có sự phát triển vượt bậc để khỏi mãi mãi tụt hậu, không những so với Thế giới mà cả so với các nước trong khu vực, thì không thể không sớm phát triển công nghệ điện hạt nhân một cách nhanh chóng và bền vững, nhằm đảm bảo cung cấp đầy đủ điện năng cho phát triển kinh tế và sinh hoạt.

GS. - TSKH. **ĐINH NGỌC LÂN**

Đ - KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI TRONG NHỮNG THẬP NIÊN ĐẦU CỦA THẾ KỶ XXI

I. KHÁI QUÁT SỰ PHÁT TRIỂN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRONG THẾ KỶ XX

Thế kỷ XX là Thế kỷ của các cuộc cách mạng vĩ đại nhất của lịch sử phát triển nhân loại trong các lĩnh vực như xã hội, kinh tế, khoa học và công nghệ v.v... Với vai trò là động lực của sự phát triển, các cuộc cách mạng trong lĩnh vực khoa học công nghệ ngày càng tác động mạnh mẽ tới quốc sách phát triển kinh tế - xã hội của các nước trên Thế giới. Nền tảng của các cuộc cách mạng này là những phát kiến vĩ đại và những đổi mới công nghệ có tính đột phá trong các lĩnh vực khoa học tự nhiên, khoa học công nghệ, công nghiệp diễn ra trong suốt Thế kỷ XX vừa qua.

Trong vật lý học, vào thập niên cuối cùng của Thế kỷ XIX, Vật lý cổ điển lâm vào tình trạng khủng hoảng do những khám phá về hiện tượng phóng xạ của Becquérel (Becơren) năm 1896, của hai vợ chồng nhà khoa học Pháp Giôliô Quyry và Mary Quyry năm 1898. N*hững sự kiện mới mẻ này cho thấy, nguyên tử chưa phải là phần tử cuối cùng và nhỏ bé nhất cuả vật chất.*

Phải chờ đến đầu Thế kỷ XX, những bế tắc của vật lý cổ điển mới được giải quyết một cách trọn vẹn nhờ một loạt khám phá lý thuyết có tính cách mạng. Đó là *thuyết lượng tử* của Max Plank (Mác Plancơ) (1900) và *thuyết tương đối* của Einstein (Anhxtanh) (1905). Tiếp theo đó là sự ra đời của *cơ học lượng tử* (1925-1926) trên cơ sở các công trình của Louis de Broglie (Lui đơ Brôli) về *tính chất sóng và hạt của ánh sáng* (1923) của Heisenberg (Hâysenbéc) về *nguyên lý bất định của vị trí và vận tốc của hạt vi mô ở cùng thời điểm*, cũng như các công trình của Schrodinger (Srôđingơ), Dirac (Đirác) và Pauli làm đảo lộn những khái niệm truyền thống của Vật lý cổ điển và đưa ra *những khái niệm mới có tính cách mạng như tính tương đối của không gian và thời gian, tính gián đoạn của năng lượng và vật chất, tính thống nhất giữa hạt và sóng.* Các lý thuyết này đã thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của một loạt ngành như hoá học, sinh học, thiên văn học... Những thay đổi về quan niệm như vậy đã tăng cường mạnh mẽ sự hiểu biết của con người về bản chất của Thế giới tự nhiên và Thế giới vật chất.

a) Trong vật lý vi mô (cấu trúc bên trong của vật chất)

Nếu trong suốt lịch sử phát triển của nhân loại cho tới cuối Thế kỷ XIX, con người mới chỉ đi sâu vào cấu trúc của vật chất được một mức-mức phân tử, thì chỉ riêng trong Thế kỷ XX, trí tuệ của con người đã tiến sâu vào cấu trúc vi mô của vật chất thêm được **3 mức** nữa, đó là:

- **Mức nguyên tử** (điện tử và hạt nhân);

- **Mức hạt cơ bản** là các hạt hadrôn (các mêsôn K,II...) và các nuclêôn (Prôtôn, nơtrôn);

- **Mức siêu cơ bản**, gồm các hạt leptôn (êlêctrôn, mi, nơtrinô...) và các hạt quark (u, d, s, c, b, t).

Tiếp đó, vào nửa sau của Thế kỷ XX, nhờ có các máy gia tốc hạt với công suất lớn, các nhà khoa học đã phát hiện được rằng ngoài 3 hạt êlêctrôn, prôtôn và nơtrôn còn có tới vài trăm hạt cơ bản khác chỉ tồn tại trong một thời gian rất ngắn, với hầu hết trong số đó đều có phản hạt của mình (tức là cùng hạt vật chất như vậy, nhưng trái dấu về điện tích). Khi một hạt và phản hạt của nó gặp nhau thành một cặp, chúng sẽ bị tiêu huỷ và biến thành bức xạ điện từ. Các hạt cơ bản đó được phân loại thành các nhóm hạt hadrôn, nhóm nuclêôn, nhóm leptôn... và cho tới cuối Thế kỷ XX, tất cả hàng trăm các hạt đó (như nơtrino, positrôn, ômêga...) cùng các phản hạt của chúng được quy lại chỉ còn 12 hạt cơ bản, gồm 6 hạt leptôn và 6 hạt quark, đó là 12 viên gạch nhỏ bé nhất tạo nên toàn bộ Thế giới vật chất và Vũ trụ quanh ta. Như vậy, cho tới cuối Thế kỷ XX, các hạt leptôn và quark vẫn đang giữ vị trí "*không thể phân chia được*" trong sự hiểu biết của chúng ta về cấu trúc của vật chất.

Các công trình nghiên cứu về cấu trúc của các hạt leptôn và quark vẫn còn đang tiếp diễn trong Thế kỷ XXI này.

Trong toà nhà cấu trúc vật chất của Thế giới tự nhiên, có 3 thế hệ của các hạt cơ bản, bao gồm:

1) 6 hạt quark: Quark trên (u - up); Quark dưới (d - down); Quark duyên (c- charm); Quark lạ (s - strange); Quark đáy (b- bottom); Quark đỉnh (t - top)

2) 6 hạt leptôn: êlêctrôn (e); mi (μ); tau (τ); và một hạt nơtrinô kết hợp với 3 hạt e, m và t.

3) 4 loại hạt mang lực là các bôsôn: phôtôn; gluôn; z; w.

Ngoài ra, tiếp tục đi sâu vào Thế giới vi mô, cho tới cuối Thế kỷ XX, các nhà khoa học đã phát hiện được *4 loại lực liên kết cơ bản* của tự nhiên gắn kết các hạt với nhau tạo nên toà nhà vật chất từ nguyên tử tới Vũ trụ, đó là:

1) Lực hấp dẫn (giữa các hành tinh và các vật thể trong Vũ trụ)

2) Lực điện từ (lực gắn giữa các điện tử xung quanh hạt nhân để tạo ra nguyên tử và liên kết các nguyên tử thuộc các nguyên tố khác nhau để tạo ra các phân tử của mọi loại chất tự nhiên và nhân tạo)

3) Lực tương tác yếu (chỉ tác động trong phạm vi hạt nhân nguyên tử và là lực gây ra sự phân rã hạt nhân - phân rã bêta, trong hiện tượng phóng xạ);

4) Lực tương tác mạnh (liên kết các hạt quark, các hadrôn, các protôn và các êlectrôn trong hạt nhân).

Bước vào Thế kỷ XXI, một trong những thách thức và nhiệm vụ to lớn đặt ra đối với tất cả các nhà khoa học hiện nay trên Thế giới là tìm ra lý thuyết về sự thống nhất toàn bộ 4 loại lực nói trên, để từ đó có thể tiến sâu vào thêm *một mức nữa của cấu trúc vật chất, đó là mức cấu trúc của hạt quark.* Điều này lại một lần nữa khẳng định Thế giới quan đúng đắn của triết học Mác-Lênin về sự vô cùng tận của vật chất.

b) Trong vật lý vĩ mô (Vũ trụ)

Với các kính thiên văn quang học và vô tuyến cực nhạy đặt trên Trái đất, hay trên các con tàu Vũ trụ và vệ tinh nhân tạo để thu và phân tích quang phổ các bức xạ (từ hồng ngoại tới cực tím, bức xạ X và Gamma) phát ra từ các thiên thể, con người *từ chỗ mô tả, xác định vị trí và lập mô hình chuyển động của chúng (trên cơ sở lý thuyết về cơ học các thiên thể của vật lý cổ điển trước đây) đã tiến tới nghiên cứu về sự hình thành và phát triển của Vũ trụ (trên cơ sở các lý thuyết tương đối và thuyết lượng tử ngày nay).* Trong đó nổi bật nhất là lý thuyết về *"Vụ nổ lớn"* do Lemattre (Lơmatơ) gợi ý (1930), rồi được Gamov Gamốp đề xuất (1945) dưới tên gọi thuyết *"Big Bang".* Thuyết này được tiếp tục hoàn thiện cho tới nay với một tập thể các nhà khoa học lỗi lạc, trong đó một trong những nhà khoa học kiệt xuất nhất là Nhà Vũ trụ học người Anh Stephen Hawkin (Xtephen Haukin).

c) Trong sinh học

Vào giữa Thế kỷ XX, nhờ có các phương pháp và phương tiện nghiên cứu hiện đại, đặc biệt là các kính hiển vi điện tử, các nhà khoa học đã có thể nghiên cứu cấu trúc tế bào ở cấp phân tử. Do đó đã quy tụ được nhiều bộ môn sinh học mà trước đó có tính độc lập với nhau như sinh lý học tế bào, di truyền học, sinh hoá học, vi sinh học, vi rút học... cũng như nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau như vật lý, hóa học, tin học... tạo nên *ngành sinh học phân tử*, khởi đầu *Kỷ nguyên sinh học.* Từ đây, con người có thể tìm hiểu rõ hơn cách tổ chức và phương thức hoạt động của các tế bào sống, mô sống ở động vật và ở người tới *cấp phân tử.*

Đồng thời, trên cơ sở tìm ra cấu trúc xoắn kép của ADN mang mã di truyền của sự sống do *Watson* (Oátsơn) và *Crick* (Cơric) tìm ra (1953), ngành di truyền học cổ điển do *Mendel* (Menđen) và Morgan (Mogan) đề xướng cũng đã được phát triển lên mức *di truyền học phân tử.*

Thành tựu lớn nhất mà sinh học phân tử và di truyền học phân tử mang lại trong Thế kỷ này là việc chứng minh *tính thống nhất về cấu trúc và chức năng của các cơ thể sống* từ thực vật đến động vật và người. Xét ở mức phân tử, tất cả đều kết cấu từ một số rất ít các thành phần khác nhau và quy tụ thành *hai loại đại phân tử* là:

Các prôtêin - tổ hợp từ 20 loại *axít amin* (viết tắt dưới dạng 20 chữ cái) là những phần tử cấu thành chủ yếu của mọi cơ thể sống.

Các ADN (*acid deoxyribonucleic*) là các đại phân tử mang mã di truyền điều khiển sự hình thành các prôtêin, được cấu tạo từ 4 phần tử nhỏ hơn, đó là các *Nucleotit* được viết tắt dưới dạng 4 chữ cái

các tên hoá học của chúng là A (Adenin), G (Guanin), C (Cytosin) và T (Thymin). Trong ADN, thông tin di truyền được xác định bởi tổ hợp sắp xếp của 4 chữ cái trên. Do khác nhau về sự sắp xếp của chúng trong ADN, mà có những sự khác biệt giữa các loài và của các cá thể trong cùng một loài ở giới sinh vật.

*** Cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ ba**

Những thành tựu to lớn trong những lĩnh vực khoa học tự nhiên đã tạo ra các tiền đề khởi phát căn bản cho *cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ ba*. Cuộc Cách mạng này bao gồm 2 giai đoạn kế tiếp nhau, đó là:

1) Giai đoạn một - *cuộc Cách mạng Khoa học và Kỹ thuật(KHKT)* từ thập niên 40 tới giữa thập niên 70 của Thế kỷ XX.

2) Giai đoạn hai - *cuộc Cách mạng Khoa học và Công nghệ (KHCN) hiện đại* (từ nửa sau thập niên 70 của Thế kỷ XX cho tới đầu Thế kỷ XXI).

Cuộc Cách mạng Khoa học và Kỹ thuật

Những phát minh khoa học vĩ đại nhất trong Thế kỷ XX và sự phát triển mạnh mẽ của một loạt ngành khoa học như toán lý thuyết và ứng dụng, vật lý hạt nhân, vật lý hạt, vật lý chất rắn, hóa học, sinh học, tin học, điện tử học, vi điện tử... đã đưa khoa học lên vị trí trọng yếu trong đời sống xã hội loài người. Trên thực tế, việc nhận thức và vận dụng vào thực tiễn những tính chất mới được phát hiện đã trở thành cơ sở, xuất phát điểm và tiên định trước những giới hạn biến đổi khả dĩ về chất của các yếu tố vật chất và kỹ thuật của nền sản xuất xã hội.

Nếu trong nhiều Thế kỷ trước đây, khoa học chỉ phát triển một cách độc lập và mãi cho tới cuối Thế kỷ XIX - đầu Thế kỷ XX mới có quan hệ mật thiết với kỹ thuật và công nghệ, với tốc độ phát triển chậm hơn so với chúng; thì vào nửa sau Thế kỷ XX, khoa học đã tiến vượt lên trên và giữ vị trí chủ đạo trong dây chuyền *"Khoa học - Kỹ thuật - Sản xuất". Kể từ đây, đã diễn ra quá trình khoa học biến thành lực lượng sản xuất trực tiếp, không chỉ thể hiện ở vai trò của khoa học ngày càng tăng, mà còn là điều kiện cần thiết để đưa lực lượng sản xuất lên một bước phát triển mới.*

Nhờ có những tiền đề được tạo bởi *"các cuộc cách mạng mới nhất trong Khoa học Tự nhiên"*, vào cuối Thế kỷ XIX và nửa đầu Thế kỷ XX, mà cuộc Cách mạng KHKT đã bắt bầu và thực sự bùng nổ kể từ thập niên 40 tới giữa thập niên 70 của Thế kỷ XX. Đây cũng chính là giai đoạn đầu tiên (pha thứ nhất) của cuộc *Cách mạng Công nghiệp lần thứ ba*, được đặc trưng bởi việc áp dụng nhanh chóng những thành tựu khoa học học kỹ thuật, trước hết trong lĩnh vực quân sự ở *Chiến tranh Thế giới thứ Hai* và sau đó là trong các lĩnh vực dân sự, khiến cho lực lượng sản xuất phát triển vượt bậc. Nhờ vậy, nền kinh tế Thế giới đã đạt tốc độ tăng trưởng tới 5-6% vào đầu nửa sau của Thế kỷ XX.

Từ giữa thập niên 80 của Thế kỷ XX trở đi, với những đặc điểm và xu thế phát triển mới, cuộc cách mạng này đã bắt đầu quá độ sang một *giai đoạn mới* (pha thứ hai), đó là *cuộc Cách mạng Khoa học Công nghệ hiện đại*.

Như vậy, trong ba thế kỷ qua, các dịch chuyển về chất và các thời điểm có tính bước ngoặt trong sự phát triển của khoa học công nghệ, đã đưa nền văn minh nhân loại quá độ sang các giai đoạn phát triển mới về chất. Các dịch chuyển này là kết quả của quá trình tích lũy lâu dài các kiến thức khoa học, của việc tăng quy mô sử dụng kỹ thuật mới và đổi mới công nghệ sản xuất, trong đó, sự phát triển có tính tiến hoá và các dịch chuyển về chất có tính cách mạng đã cùng tạo điều kiện cho nhau phát triển. Trong lĩnh vực sản xuất, cũng như trong các ngành tri thức khoa học, đều có thể quan sát thấy những sự luân phiên đặc sắc của các cuộc nhảy vọt và sự phát triển tuần tự trong nhiều lĩnh vực như:

+ Trong ngành *năng lượng* - từ sử dụng năng lượng nước, cơ bắp, gió sang than, điện, dầu lửa, rồi năng lượng nguyên tử và trong Thế kỷ XXI sẽ là năng lượng nhiệt hạch...

+ Trong *lĩnh vực sản xuất* - từ hợp tác lao động giản đơn qua giai đoạn công trường thủ công, rồi tiến lên phương thức sản xuất đại cơ khí với các quy trình sản xuất và công nghệ được cơ giới hoá rồi cơ giới hoá tổng hợp, xuất hiện các hệ thống máy móc, tạo ra các máy tự động, tự động hoá đồng bộ, hệ thống sản xuất linh hoạt...

+ Trong *giao thông vận tải* - máy và động cơ hơi nước được thay thế bằng động cơ đốt trong và động cơ điêzen, tuabin và động cơ phản lực, tàu con thoi, tàu Vũ trụ...

+ Trong *sản xuất vật liệu* - chuyển từ các nguyên liệu nông nghiệp, các vật liệu xây dựng truyền thống (gỗ, gạch, đá ...), sử dụng kim loại đen (sắt, gang ...) là chủ yếu sang sử dụng các kim loại màu, chất dẻo, bêtông, các vật liệu kết cấu (composite), vật liệu thông minh, vật liệu siêu dẫn...

+ Trong *công nghệ sản xuất, chế tạo* - từ sản xuất thủ công, tiến lên nửa tự động rồi tới công nghệ tự động hoá (tự động hoá thiết kế - chế tạo nhờ sự trợ giúp của máy tính điện tử CAD/CAM), công nghệ thông tin (tin học, truyền thông và viễn thông Vũ trụ ...), công nghệ nano, công nghệ hạt nhân, công nghệ không gian, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ vi điện tử ... *(Bảng 1).*

Kết quả là chỉ trong vòng chưa đầy 300 năm ngắn ngủi so với lịch sử phát triển của nhân loại, kể từ cuối Thế kỷ XVII tới cuối Thế kỷ XX, sự phát triển như vũ bão của khoa học, kỹ thuật và công nghệ đã đưa loài người từ ***Thời đại nông nghiệp*** *(khoảng 8.000-10.000 năm Tr. CN), tiến qua* ***Thời đại công nghiệp****, đặc trưng bởi 2 cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất và lần thứ hai.*

Hai cuộc cách mạng công nghiệp này đã mở màn **Thời đại công nghiệp**, trong đó xã hội nông nghiệp được chuyển lên thành xã hội công nghiệp. Kể từ đây, con người bắt đầu chủ động khai thác thiên nhiên bằng sức mạnh của động cơ hơi nước, điện và năng lượng nguyên tử để sản xuất ra nguyên, nhiên vật liệu phục vụ cho phát triển kinh tế. Trong quan hệ với thiên nhiên, con người, bằng năng lực sáng tạo của mình, đã cố gắng xóa bỏ sự lệ thuộc vào thiên nhiên, cải tạo và chinh phục thiên nhiên cho phù hợp với lợi ích mong muốn của mình. Trong xã hội công nghiệp, khoa học, kỹ thuật và công nghệ có vai trò và ý nghĩa hết sức to lớn đối với sự phát triển và nền kinh tế đặc trưng của giai đoạn này là *nền kinh tế công nghiệp và thương mại.* Công nghệ - thương mại, cùng với dịch vụ đang ở những bước phát triển ban đầu, đã trở thành yếu tố cực kỳ quan trọng với lực lượng sản xuất khổng lồ, trong một thị trường năng động có tính toàn cầu.

Cuộc Cách mạng Khoa học và Công nghệ hiện đại

Từ giữa thập niên 80 của Thế kỷ XX trở đi, *xét trên phương diện trình độ của lực lượng sản xuất*, sự khởi đầu của cuộc Cách mạng KHCN hiện đại, tiếp ngay theo cuộc Cách mạng KHKT, đã đưa nhân loại tiến vào ngưỡng cửa của một thời đại mới, đó là **Thời đại tri thức.** *Đây là bước quá độ sang sự phát triển kỹ thuật và công nghệ hoàn toàn chỉ trên cơ sở khoa học trong mọi lĩnh vực đời sống xã hội và các ngành sản xuất vật chất, biến bản thân khoa học thành nền công nghiệp tri thức.* Trong thời đại tri thức, tri thức con người (knowledge) đóng vai trò quyết định của sự phát triển. Trong giai đoạn này, con người sử dụng tri thức của mình để chế tạo ra các loại máy móc, thiết bị có thể thay thế một phần chức năng điều khiển, tư duy của mình trong một số lĩnh vực với kết quả cao hơn nhiều so với bộ não của con người. Đứng ở vị trí trung tâm, con người có trình độ độc lập về trí tuệ và tâm lý cao hơn nhiều so với hai thời đại trước đó và hành động chủ yếu theo những yêu cầu tự biểu hiện và sáng tạo chứ không phải theo những động cơ truyền thống. Trong thời đại tri thức, nền kinh tế công nghiệp sẽ chuyển thành nền kinh tế thông tin (nhiều nhà khoa học còn gọi đây là *nền kinh tế tri thức, nền kinh tế tin học, nền kinh tế mạng ...).*

Với cốt lõi là cuộc cách mạng vi điện tử diễn ra từ đầu thập niên 60 và các thành tựu khoa học kỹ thuật lớn nhất của Thế kỷ XX, cuộc Cách mạng KHCN hiện đại *còn là "bước quá độ dưới sự chỉ đạo và với vai trò dẫn đường của khoa học sang quá trình tổ chức lại về căn bản công nghệ sản xuất, điều tiết các quy trình công nghệ với quy mô ngày càng tăng, tổ chức lại tất cả các lĩnh vực đời sống xã hội trên cơ sở những ngành công nghệ cao mà các cuộc cách mạng trước đó chưa đủ điều kiện tạo ra một cách hoàn chỉnh như công nghệ thông tin, công nghệ sinh học, công nghệ vật liệu mới, công nghệ năng lượng mới, công nghệ tự động hoá trên cơ sở kỹ thuật vi điện tử ...".* Với cuộc Cách mạng KHCN hiện đại, khái niệm *"kỹ thuật"* đã được bao hàm trong khái niệm *"công nghệ".* Kể từ đây, cụm danh từ *"KHCN"* đã thay thế dần cụm danh từ *"KHKT".*

Kết quả là, kể từ cuối thập niên 80 của Thế kỷ XX trở đi, một loại hình xã hội mới dưới tên gọi là *xã hội thông tin* đang từng bước hình thành trong lòng xã hội công nghiệp với sự gia tăng ngày càng lớn của các ngành dịch vụ (nhất là các ngành xử lý thông tin) trong cơ cấu sản xuất xã hội.

Các yếu tố tiến bộ KHCN	**Cách mạng công nghiệp lần thứ I**	**Cách mạng công nghiệp lần thứ II**	**Cách mạng công nghiệp lần thứ III**
Thời đại	*Nông nghiệp*	*Công nghiệp*	*Trí tuệ*
Công cụ và phương tiện lao động.	Xuất hiện nền sản xuất cơ khí.	Phổ biến nền sản xuất cơ khí trong các quy trình lao động cơ bản.	Hình thành các hệ thống máy móc cơ giới tổng hợp, tự động hoá sản xuất (CNC, CAD/CAM, FMS...).
Sức lao động và năng lượng.	Máy hơi nước.	Sản xuất điện năng, động cơ điện, động cơ đốt trong, sản xuất thép đại trà.	Điện khí hoá sản xuất, động cơ phản lực, lò phản ứng nguyên tử, công nghệ năng lượng hạt nhân, năng lượng nguyên tử và nhiệt hạch, công nghệ nano.
Đối tượng lao động.	Sản xuất gang và sắt trên quy mô lớn.	Sản xuất thép trên quy mô lớn.	Các vật liệu mới, luyện kim chất lượng cao, sản xuất nhôm và nhựa tổng hợp trên quy mô lớn, vật liệu siêu dẫn, cáp quang.
Giao thông vận tải.	Giao thông đường sắt, đường thuỷ với sức kéo bằng hơi nước.	Các tàu chạy bằng động cơ đốt trong, động cơ điêzen, ô tô, máy bay...	Các hệ thống giao thông thống nhất, dây chuyền hoá hoạt động giao thông, máy bay phản lực, kỹ thuật tên lửa, công nghệ du hành Vũ trụ, tàu con thoi.
Phương tiện liên lạc và quản lý.	Liên lạc bưu chính bằng người, ngựa, chim đưa thư.	Truyền thông bằng điện thoại, điện tín.	Liên lạc vô tuyến, điện tử và vi-điện tử, tin học, vi-tin học, viễn thông. Hạ tầng cơ sở thông tin quốc gia, khu vực và toàn cầu, mạng INTERNET.
Nông nghiệp và thực phẩm.	Xuất hiện các hệ thống canh tác nông nghiệp, chọn giống thực vật và động vật.	Cơ giới hoá nông nghiệp, phân khoáng...	Cơ giới hoá tổng hợp và hoá học hoá, công nghệ sinh học, hải dương học, phỏng sinh học, công nghệ gen, bắt đầu điều tiết quá trình sinh học và sinh học phân tử.
Xây dựng và vật liệu xây dựng.	Lao động thủ công, gạch và gỗ chiếm ưu thế.	Những thiết bị máy móc xây dựng đầu tiên: xi măng, bê tông.	Các phương tiện xây dựng theo lối công nghiệp, các vật liệu mới và vật liệu kết cấu.
Trình độ học vấn.	Hoạt động nghiên cứu của cá thể.	Lao động nghiên cứu khoa học được chuyên môn hoá.	Khoa học là lực lượng sản xuất trực tiếp, công nghệ thông tin.

Bảng 1. Các dịch chuyển Khoa học - Kỹ thuật - Công nghệ

II. NHỮNG ĐẶC TRƯNG VÀ XU THẾ VẬN ĐỘNG MỚI CỦA CUỘC CÁCH MẠNG KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI

1. Khái niệm về cuộc cách mạng KHCN hiện đại

Mặc dù cho tới nay vẫn chưa có một công trình nào đưa ra một định nghĩa đầy đủ và cụ thể về cuộc Cách mạng KHCN hiện đại. Song về đại thể, ở đây, có thể hiểu cuộc Cách mạng KHCN hiện đại *là sự thay đổi căn bản trong bản thân các lĩnh vực KHCN cũng như mối quan hệ và chức năng xã hội của chúng, khiến cho cơ cấu và động thái phát triển của các lực lượng sản xuất cũng bị thay đổi hoàn toàn. Trong đó, quan trọng nhất là việc nổi lên vai trò hàng đầu của yếu tố con người trong hệ thống lực lượng sản xuất dựa trên việc vận dụng đồng bộ các ngành công nghệ mới có hàm lượng KHCN cao (gọi tắt là các ngành công nghệ cao - hightech) như công nghệ thông tin, công nghệ nano, công nghệ vật liệu mới, công nghệ sinh học...*

Ở những nét khái quát nhất, có thể định nghĩa cuộc Cách mạng KHCN hiện đại là *sự biến đổi tận gốc lực lượng sản xuất của xã hội hiện đại, được thực hiện với vai trò dẫn đường của khoa học trong toàn bộ chu trình: "Khoa học - Công nghệ - Sản xuất - Con người - Môi trường"*. Trong đó, có thể thấy được một số đặc điểm lớn sau:

Một là, sự vượt lên trước của khoa học so với kỹ thuật và công nghệ trong quá trình diễn ra đồng thời cuộc cách mạng khoa học và cách mạng công nghệ, đã tạo điều kiện đẩy nhanh tiến bộ kỹ thuật-công nghệ. Ngược lại, sự tiến bộ đó lại thúc đẩy khoa học phát triển nhanh hơn nữa và đưa khoa học trở thành lực lượng sản xuất trực tiếp.

Hai là, các yếu tố riêng biệt của quá trình sản xuất được kết hợp hữu cơ với nhau và được kết nối thành một hệ thống liên kết mạng trên quy mô Quốc gia và Quốc tế (máy điều khiển + máy động lực + máy công cụ + máy vận chuyển... + kết nối mạng và liên mạng), tạo điều kiện xuất hiện các hệ thống công nghệ mới về nguyên tắc (cách mạng công nghệ).

Ba là, hầu hết các chức năng lao động dần dần được thay thế từ thấp lên cao (từ lao động chân tay sang lao động trí tuệ) trong quá trình thay đổi về chất của quá trình sản xuất dẫn đến sự thay đổi căn bản vai trò của con người trong sản xuất, từ chỗ bị lệ thuộc và bị trói chặt (quan hệ một chiều) vào quá trình sản xuất tiến lên làm chủ và chi phối lại quá trình sản xuất (quan hệ hai chiều).

Bốn là, tạo một bước ngoặt trong toàn bộ hệ thống lực lượng sản xuất, nâng cao đáng kể năng suất và hiệu quả của nền sản xuất xã hội, cũng như tác động một cách sâu sắc và toàn diện tới các quan hệ kinh tế đối ngoại và mọi lĩnh vực đời sống xã hội khiến phân công lao động xã hội trong phạm vi Quốc gia và Quốc tế ngày càng mở rộng, quan hệ sản xuất ngày càng tiến bộ. Đây là giai đoạn phát triển tiến bộ của lao động được biến đổi về chất trên cơ sở những tư tưởng mới nhất của khoa học công nghệ cũng như quy luật của các hình thái vận động vật chất khác nhau vừa được phát hiện ra.

2. Sự khác nhau giữa Cách mạng Công nghiệp, Cách mạng KHKT, Cách mạng KHCN hiện đại và Cách mạng Thông tin

Trong khoa học, cũng giống như trong kinh tế, nếu xem xét khái niệm *"Khuôn mẫu"* (Paradigm) của *Thomas Kun* (Thômát Cun) ở bình diện trình độ của lực lượng sản xuất theo các tiêu chí như " *công cụ, tư liệu, phương tiện, vật liệu, năng lượng và động lực...*), thì việc ra đời một *Khuôn mẫu mới* trong lĩnh vực này cũng có thể đồng nghĩa với sự xuất hiện một ***Thời đại kinh tế mới***. C.Mác đã nhận xét: "*Những thời đại kinh tế khác nhau không phải ở chỗ chúng sản xuất ra cái gì, mà là, ở chỗ chúng sản xuất bằng cách nào với những tư liệu lao động nào. Các tư liệu lao động không những là các thước đo sự phát triển lao động của con người, mà còn là một chỉ tiêu của những quan hệ xã hội, trong đó lao động được tiến hành. Trong bản thân các tư liệu lao động, thì những tư liệu lao động cơ khí lại cấu thành những dấu hiệu đặc trưng tiêu biểu cho một thời đại sản xuất xã hội nhất định*".

Bởi vậy, có thể nói, những dấu hiệu đó đặc trưng cho những giai đoạn phản ánh sự khác biệt căn bản giữa các cuộc Cách mạng Công nghiệp, Cách mạng KHKT, cuộc Cách mạng KHCN hiện đại và các cuộc Cách mạng Thông tin.

Cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ nhất (cuối Thế kỷ XVII đầu Thế kỷ XIX) đã thay thế hệ thống kỹ thuật cũ có tính truyền thống của thời đại nông nghiệp (kéo dài 17 Thế kỷ), chủ yếu dựa vào

gỗ, sức mạnh cơ bắp (lao động thủ công), sức nước, sức gió và sức kéo động vật bằng một hệ thống kỹ thuật mới với nguồn động lực là máy hơi nước và nguồn nguyên, nhiên vật liệu và năng lượng mới là sắt và than đá. Nó khiến lực lượng sản xuất được thúc đẩy phát triển mạnh mẽ, tạo nên tình thế phát triển vượt bậc của nền công nghiệp và nền kinh tế. Đây là giai đoạn quá độ từ nền sản xuất nông nghiệp sang nền sản xuất cơ khí trên cơ sở khoa học. Tiền đề kinh tế chính của bước quá độ này là sự chiến thắng của các quan hệ sản xuất tư bản chủ nghĩa, còn tiền đề khoa học là việc tạo ra nền khoa học mới, có tính thực nghiệm nhờ cuộc cách mạng trong khoa học vào Thế kỷ XVII đã nêu ở trên;

Cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ hai (diễn ra vào cuối Thế kỷ XIX, đầu Thế kỷ XX) với hệ thống kỹ thuật mới dựa trên nguồn động lực là động cơ đốt trong, nguồn năng lượng là điện năng, dầu mỏ, khí đốt và nguồn nguyên vật liệu là thép, các kim loại màu, các hoá phẩm tổng hợp... đã tạo nên những tiền đề mới và cơ sở vững chắc để phát triển nền công nghiệp ở mức cao hơn nữa. Cuộc cách mạng này được chuẩn bị bằng quá trình phát triển 100 năm của các lực lượng sản xuất trên cơ sở của nền sản xuất đại cơ khí và bằng sự phát triển của khoa học trên cơ sở kỹ thuật. Yếu tố quyết định của cuộc cách mạng này là chuyển sang sản xuất trên cơ sở điện - cơ khí và sang giai đoạn tự động hoá cục bộ trong sản xuất, tạo ra các ngành mới trên cơ sở khoa học thuần tuý, biến khoa học thành một ngành lao động đặc biệt. Về tư tưởng kinh tế - xã hội, cuộc cách mạng này tạo ra những tiền đề thắng lợi của chủ nghĩa xã hội ở quy mô Thế giới.

Cuộc Cách mạng KHKT (từ thập niên 40 tới thập niên 80 của Thế kỷ XX) với đặc điểm căn bản có ý nghĩa quyết định và có tính phổ biến là sự phát triển mạnh mẽ của *tự động hoá và điều khiển học* trong các lĩnh vực khoa học, kỹ thuật, công nghệ và sản xuất trên cơ sở các thành tựu của vật lý học, hoá học, điện tử - tin học... Nhờ vậy, một loạt các ngành như năng lượng nguyên tử, hoá học pôlyme, kỹ thuật tên lửa và hàng không - Vũ trụ đã được thúc đẩy phát triển mạnh mẽ.

Về *công cụ và phương tiện*, nhờ tạo ra các thiết bị tự động và các máy tính điện tử thuộc các thế hệ ban đầu mà các chức năng thông tin - lôgic của lao động trí óc trong việc thu thập, xử lý, thông tin và tính toán về toán học trong các quy trình sản xuất và công nghệ đã được chuyển giao cho các máy móc và thiết bị. Sau khi những thông tin *"phản hồi ngược"* về sự biến động của các thông số công nghệ thu được thông qua các máy móc, thiết bị kiểm soát - điều khiển các tổ máy lớn và các quy trình sản xuất được so sánh với các chương trình đã được định sẵn trong các phiếu lỗ, băng từ, đĩa từ và các vật mang tin khác; các thiết bị và cơ chế điều khiển sự thay đổi chế độ công nghệ sẽ tính toán và duy trì một cách tự động các thông số của quy trình công nghệ đã được lập trình, nhằm tìm ra những điều kiện và các thông số tối ưu để chế tạo sản phẩm và điều khiển các công đoạn của quá trình sản xuất.

Như vậy, cuộc Cách mạng KHKT không chỉ thể hiện ở sự thay đổi về chất đối với các yếu tố truyền thống của tổ hợp máy móc gồm ba khâu mà C.Mác đã chỉ ra: *"Tất cả máy móc đã phát triển đều gồm 3 bộ phận khác nhau một cách căn bản: động cơ, cơ cấu truyền lực và cuối cùng là máy công cụ hay máy công tác"*, mà còn thêm vào đó một khâu mới thứ tư nữa, đó là *điều khiển tự động* (ở những bước ban đầu là *tự động hóa cục bộ*) - mở ra giai đoạn phát triển kỹ thuật và công nghệ mới trên cơ sở *các máy móc thiết bị điều khiển bằng chương trình - số* (CNC-Computerized Numeric Control), *thiết kế - chế tạo với sự giúp đỡ của các máy tính điện tử* (CAD/CAM), *cũng như các hệ thống sản xuất linh hoạt* (FMS - Flexible Manufacturing System) đưa nền sản xuất quá độ từ tự động hoá cục bộ sang tự động hoá tổng hợp (đồng bộ). Kể từ đây, con người có thể chế tạo hàng loạt hoặc đơn chiếc mọi sản phẩm theo chương trình đã định sẵn. Đây cũng là xuất phát điểm của việc cách mạng hoá các phương thức sản xuất vật chất, tổ chức và quản lý kinh tế và xã hội, khiến cho các quan hệ sản xuất và quan hệ xã hội của con người bị thay đổi hoàn toàn.

Cùng với cơ sở năng lượng của cuộc Cách mạng *Công nghiệp lần thứ hai* là năng lượng điện chủ yếu dựa vào năng lượng nước và các nhiên liệu hóa thạch (như than, dầu mỏ, khí đốt), vẫn còn phát huy được tác dụng, đã xuất hiện một cơ sở năng lượng mới về nguyên tắc, đó là năng lượng hạt nhân, dựa trên hiện tượng phân rã hạt nhân Uran được khám phá vào năm 1938. Cho đến nay, tỉ trọng điện nguyên tử đã đạt xấp xỉ tỉ trọng thuỷ điện đã có hàng trăm năm nay. Ngoài ra, các nguồn năng lượng sơ cấp khác để tạo ra điện có thể tái tạo lại được cũng đã có những bước phát triển mới có nhiều triển vọng như năng lượng sinh khối (bio-mass), địa nhiệt, gió, Mặt trời.

Về *cơ sở động lực*, giao thông vận tải đường sắt, đường bộ và đường không, sau đó là hàng không Vũ trụ đã được cách mạng hoá bởi sự xuất hiện và phát triển *các loại tuabin công suất lớn và các động cơ phản lực, thay cho động cơ pistông và hệ động cơ cánh quạt*. Nhờ vậy, đã có thể đưa tốc độ giao thông lên tới 300-500km/h trong giao thông đường sắt, đường bộ và vượt nhiều lần tốc độ âm thanh trong vận tải đường không. Thành tựu công nghệ quan trọng nhất trong lĩnh vực động lực của Thế kỷ XX là việc chế tạo ra các tên lửa công suất cực lớn dùng nhiên liệu hoá học, hỗn hợp ở dạng lỏng hoặc rắn. Với hệ thống động lực mới này, con người đã tạo ra được tốc độ Vũ trụ cấp một - 7,9km/giây phóng vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái đất (1957), tốc độ Vũ trụ cấp hai - 11,2km/giây phóng các tàu Vũ trụ thám hiểm các hành tinh thuộc hệ Mặt trời như Mặt trăng, Sao Kim, Sao Hoả,... (1959) và đưa con người lên Mặt trăng (1969) mở ra *Kỷ nguyên chinh phục Vũ trụ*.

Trong cuộc Cách mạng KHKT, khoa học đã tiến vượt lên trên và giữ vị trí chủ đạo trong dây chuyền *"Khoa học - Kỹ thuật - Sản xuất"*. Nhờ đột phá được vào *cấp vi mô và siêu vi mô* (mức nguyên tử, mức các hạt cơ bản và dưới mức cơ bản) của giới vật chất hữu cơ và vô cơ, cuộc cách mạng lần này đã tăng cường gấp bội sức mạnh vật chất và trí tuệ của con người, đưa năng lực của tư duy lên một tầm vóc mới trong việc nhận thức, chinh phục và cải tạo thiên nhiên, đây là giai đoạn mới về chất trong sự phát triển của KHKT, trong đó các phương tiện và đối tượng lao động, các nguồn năng lượng, công nghệ, phương thức tổ chức và quản lý sản xuất và xã hội bị biến đổi về căn bản. Cuộc *Cách mạng KHKT* trước hết, đã thay đổi tới tận gốc rễ những yếu tố vật chất có tính truyền thống của lực lượng sản xuất, tạo ra các yếu tố mới về nguyên tắc dẫn tới những dịch chuyển sâu sắc về chất trong cơ cấu kinh tế của nền sản xuất vật chất, trong tổ chức và *quản lý nền kinh tế* - xã hội, tạo nên một hệ thống công nghệ mới về nguyên tắc so với những hệ thống sản xuất và công nghệ của hai cuộc cách mạng công nghiệp trước đây. Với cuộc cách mạng này, cuộc *Cách mạng Công nghiệp lần Thứ ba* đã được mở màn.

Cuộc Cách mạng KHCN hiện đại. So với các cuộc Cách mạng Công nghiệp lần Thứ nhất và lần thứ hai trước đây chỉ thay thế một phần chức năng lao động chân tay của con người bằng máy móc cơ khí, hoặc tự động hoá một phần, hay tự động hoá cục bộ trong cuộc Cách mạng KHKT, thì khác biệt cơ bản nhất của cuộc *Cách mạng KHCN hiện đại* là sự *thay thế phần lớn và hầu hết chức năng của con người* (cả lao động chân tay lẫn trí óc) bằng các thiết bị máy móc *tự động hoá hoàn toàn* trong quá trình sản xuất nhất định.

Nếu cơ sở năng lượng của cuộc Cách mạng KHKT là năng lượng hạt nhân dựa trên nguyên tắc *phân rã hạt nhân* (Nuclear fission) với những chất thải gây ô nhiễm môi trường, thì *cơ sở năng lượng* của cuộc Cách mạng KHCN hiện đại cũng vẫn là năng lượng hạt nhân, nhưng lại dựa trên nguyên tắc hoàn toàn mới và ngược hẳn lại, đó là *tổng hợp hạt nhân* (Nuclear fusion), thường được gọi là *tổng hợp nhiệt hạch* (Thermonuclear fusion). Đây chính là nguồn năng lượng của tương lai, do phương pháp tổng hợp nhiệt hạch không kèm theo các sản phẩm phân hạch gây ô nhiễm môi trường, nên không gây ra những thảm hoạ môi trường kiểu Chec-nô-bưn (Liên Xô) cho nhân loại.

Thâm nhập vào tất cả các lĩnh vực của nền sản xuất xã hội, cuộc *Cách mạng KHCN hiện đại* đã bảo đảm cho lực lượng sản xuất phát triển nhanh chóng theo hai hướng chủ yếu: *1) Thay đổi chức năng và vị trí của con người trong sản xuất trên cơ sở dịch chuyển từ nền tảng điện - cơ khí sang nền tảng cơ - điện tử và cơ - vi điện tử; 2) Chuyển sang sản xuất trên cơ sở các ngành công nghệ cao - như công nghệ thông tin, công nghệ nano, công nghệ vật liệu, công nghệ sinh học, công nghệ năng lượng mới, công nghệ Vũ trụ... có tính thân thiện với môi trường.*

Nếu các cuộc *Cách mạng Công nghiệp* trước đây góp phần tiết kiệm lao động sống thì cuộc *Cách mạng KHCN hiện đại* đã tạo điều kiện tiết kiện các tài nguyên thiên nhiên và các nguồn lực xã hội, cho phép chi phí tương đối ít hơn các phương tiện sản xuất để tạo ra cùng một khối lượng hàng hoá tiêu dùng. Kết quả, đã kéo theo sự thay đổi cơ cấu của nền sản xuất xã hội cũng như những mối tương quan giữa các khu vực I, II và III của nền sản xuất xã hội. Làm thay đổi tận gốc các lực lượng sản xuất, cuộc *Cách mạng KHCN hiện đại* đã tác động tới mọi lĩnh vực đời sống xã hội loài người, nhất là ở các nước tư bản chủ nghĩa phát triển vì đây chính là nơi phát sinh của cuộc cách mạng này.

Các cuộc Cách mạng Thông tin. Trong lịch sử phát triển nhân loại, cho tới cuối Thế kỷ XX, loài người đã trải qua 5 cuộc *Cách mạng Thông tin*. Tiêu chí để phân biệt các cuộc Cách mạng Thông tin là những thay đổi căn bản về các công cụ tiếp nhận, lưu trữ, xử lý, truyền thông tin và về khối lượng thông tin có thể phổ biến được cho mọi người.

Cuộc ***Cách mạng Thông tin lần thứ nhất*** được khởi đầu bằng việc con người có được *tiếng nói* đánh dấu điểm ngoặt căn bản trên bước đường phát triển tiến hoá của loài người. Kể từ đây, con người tách hẳn khỏi Thế giới động vật. Nhờ có tiếng nói, thông tin tạo ra được trao đổi, truyền bá và lưu trữ và trở thành một động lực mạnh mẽ thúc đẩy quá trình giao tiếp và phát triển kỹ thuật ở những giai đoạn phát triển đầu tiên của thời đại nông nghiệp.

Cuộc Cách mạng Thông tin lần thứ hai đánh dấu bằng việc phát minh ra *chữ viết*. Đây là một công cụ căn bản, làm thay đổi phương thức sinh hoạt của cộng đồng, dẫn đến chỗ mở rộng phạm vi phát triển và tạo lập các hệ thống cộng đồng mới vượt ra khỏi tầm phạm vi của các quan hệ huyết thống trong thời đại nông nghiệp. Nhờ có chữ viết, thông tin đã được lưu trữ, truyền bá nhanh chóng với khối lượng tri thức lớn để tư duy, phát triển và sáng tạo các kỹ thuật và công nghệ mới. Chữ viết đã tạo điều kiện thuận lợi chưa từng có để phát triển và sáng tạo kỹ thuật, công nghệ. Tri thức được ghi lại, tích luỹ, truyền bá, sử dụng, đã đưa kỹ thuật và công nghệ phát triển đến đỉnh cao rực rỡ, điển hình là các công trình xây dựng Kim tự tháp Ai Cập, các hệ thống thuỷ lợi, kiến trúc nguy nga của các thành phố nổi tiếng còn lưu giữ đến ngày nay ở Hy Lạp, La Mã. Nhờ chữ viết, mà những công trình toán học kiệt xuất của Ơcơlít, Acsimét, Ptôlêmê... đã được ghi lại.

Cuộc *Cách mạng Thông tin lần thứ hai* đã thúc đẩy những cuộc di dân lớn, những cuộc chinh phục các miền đất mới và khởi đầu quá trình toàn cầu hoá giữa các nền văn hoá và các nền văn minh, góp phần tạo ra những tiền đề khởi phát cho cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ nhất, cũng như tạo ra những xung lực mạnh mẽ để phát triển KHCN và giao lưu Quốc tế.

Cuộc Cách mạng Thông tin lần thứ ba đánh dấu bằng sự ra đời *kỹ thuật in*, tạo khả năng chưa từng thấy để thông tin và tri thức truyền bá qua thời gian và không gian, vượt qua các rào cản ngăn cách giữa các nền văn hoá và văn minh, tạo ra quá trình toàn cầu hoá mới với tốc độ nhanh gấp nhiều lần, đồng thời góp phần thúc đẩy nhanh chóng diễn biến của cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ nhất. Nhờ cuộc *Cách mạng Thông tin lần thứ ba*, thông tin và tri thức của nhân loại được nhân bản, xử lý, truyền bá rộng khắp và trở thành tài sản chung của loài người.

Cuộc Cách mạng Thông tin lần thứ tư hình thành trên cơ sở các thiết bị *truyền thông bằng điện và điện tử* (điện thoại, điện báo, radio, truyền hình) đã thúc đẩy sự truyền bá rất nhanh chóng mọi loại hình thông tin và tri thức trên quy mô toàn cầu. Cuộc cách mạng thông tin này gắn liền với cuộc *Cách mạng công nghiệp lần thứ hai* và thúc đẩy mạnh mẽ quá trình Quốc tế hoá lực lượng sản xuất và phân công lao động trên quy mô Quốc tế.

Cuộc Cách mạng Thông tin lần thứ năm: Những thành quả của *Cuộc Cách mạng KHKT* và *Cách mạng KHCN Hiện đại*, đã thúc đẩy mạnh mẽ sự xuất hiện cuộc *Cách mạng Thông tin lần thứ năm* với đặc điểm nổi bật là *các hệ thống siêu lộ cao tốc thông tin* (super highways), *các hạ tầng cơ sở thông tin Quốc gia* (NII-National Information Infrastructure), *hạ tầng cơ sở thông tin khu vực (RII-Regional Information Infrastructure) và hạ tầng cơ sở thông tin toàn cầu* (GII-Global Information Infrastructure). Trong đó, biểu trưng đặc sắc nhất và nổi bật nhất là mạng Internet.

Cuộc *Cách mạng Thông tin lần thứ năm* đã thúc đẩy mạnh mẽ quá trình toàn cầu hoá diễn ra trong tất cả các lĩnh vực kinh tế - xã hội, KHCN, chính trị , quân sự... đồng thời đang tạo ra những thách thức mới đối với các quan niệm truyền thống về tất cả các lĩnh vực hoạt động của xã hội loài người. Mặc dù chưa có thể dự đoán được hết các tác động của mạng Internet đối với loài người nhưng trên thực tế, cuộc cách mạng thông tin lần này đang mở ra một kỷ nguyên mới - *Kỷ nguyên số hoá* làm đảo lộn tư duy và sinh hoạt của xã hội loài người.

Trên cơ sở các thế hệ máy tính mới, các nước tư bản chủ nghĩa phát triển như Mỹ đang xây dựng thế hệ mạng thông tin toàn cầu mới - đó là INTERNET-2 và INTERNET thuộc thế hệ tiếp theo (NGI - Next Generation of Internet) với tốc độ truy cập cao hơn tốc độ của mạng Internet hiện nay 1.000 lần. Với những tác động có tính cách mạng như vậy, tốc độ truyền tin chỉ có thể so sánh được với các chuyện viễn tưởng.

III. NHỮNG NGÀNH CÔNG NGHỆ CAO - NỀN TẢNG CỦA CUỘC CÁCH MẠNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HIỆN ĐẠI.

Ngay từ năm 1986, Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) đã đưa ra một định nghĩa rất khái quát về công nghệ cao (High-tech). Đó là các ngành công nghệ có một số đặc điểm sau:

- Đòi hỏi một nỗ lực lớn trong nghiên cứu phát triển;

- Có ý nghĩa chiến lược đối với Quốc gia;

- Các sản phẩm và quy trình công nghệ phải được đổi mới nhanh chóng;

- Có tác động mạnh mẽ về hợp tác và cạnh tranh Quốc tế trong nghiên cứu phát triển, sản xuất và tìm kiếm thị trường trên quy mô Thế giới.

1. Các ngành công nghệ cao

a. *Công nghệ thông tin* dựa trên các ngành điện tử học, điện toán và truyền thông v.v... Sản phẩm chủ yếu là máy tính các cỡ, mạng máy tính Internet, hệ thông tin liên lạc đa phương tiện, toàn bộ các máy móc của tự động hóa, điều khiển từ xa, các trang thiết bị của toàn bộ nền sản xuất hiện đại, hoạt động xã hội hiện đại, quốc phòng hiện đại v.v.. Công nghệ thông tin là mũi nhọn đột phá của lực lượng sản xuất đưa loài người sang Thế kỷ XXI phát triển một nền văn minh mới. Công nghệ thông tin cơ cấu lại toàn bộ nền kinh tế Thế giới, đẩy mức toàn cầu hóa lên cao; làm thay đổi mối quan hệ giữa con người và tự nhiên, chuyển từ đối nghịch sang hòa hợp. Từ công nghệ thông tin xuất hiện hàng loạt công nghệ cao dẫn xuất như: công nghệ phần mềm CAD, CAM, CAE v.v...

b. *Công nghệ sinh học* dựa trên các thành tựu hiện đại về sinh học phân tử. Sản phẩm đặc trưng là giống cây, con, vi sinh vật có chất lượng cao và các sản phẩm chưa từng có dùng trong nông nghiệp, công nghiệp, y tế... Từ công nghệ sinh học đi đến hàng loạt công nghệ cao dẫn xuất: công nghệ enzym, công nghệ nhân bản vô tính, công nghệ thụ tinh trong ống nghiệm, công nghệ khai mỏ vi sinh v.v... Công nghệ sinh học mở ra khả năng của các ngành công nghiệp không phế thải, các ngành công nghiệp thân thiện với môi trường.

c. *Công nghệ vật liệu mới* dựa trên khoa học vật liệu, khoa học về cấu trúc các hệ đông đặc, khoa học mô phỏng hệ nguyên tử v.v.. Sản phẩm chủ yếu của nó là các vật liệu chức năng (ví dụ: vật liệu bán dẫn, siêu dẫn, lade...), vật liệu siêu bền, siêu cứng, siêu chịu nhiệt, vật liệu composit, vật liệu nano v.v.. Với công nghệ nano, chúng ta có khả năng thao tác vật liệu ở mức phân tử hay nguyên tử, mở ra khả năng điều khiển cấu trúc vật liệu. Nó cho phép chế tạo những vật liệu có các chức năng rất đặc thù như thăm dò môi sinh và xử lý thông tin. Vật liệu được thao tác ở cấp nano sẽ có tiềm năng rất lớn do có các tính chất hoàn toàn khác với những vật liệu chế tạo trước đó.

d. *Công nghệ năng lượng mới* bao gồm năng lượng hạt nhân, năng lượng Mặt trời, năng lượng địa nhiệt, năng lượng hải dương...; trong đó đặc biệt là lợi dụng sự phát triển của năng lượng hạt nhân và năng lượng Mặt trời, nhằm thoát khỏi sự ràng buộc vào loại năng lượng truyền thống mang tính độc quyền của dầu mỏ và than đá, mở ra một thời đại năng lượng mới. Đến nay, hầu hết các nước trên Thế giới rất coi trọng *công nghệ năng lượng hạt nhân,* công nghệ này dựa trên vật lý học hạt nhân, năng lượng học v.v... Sản phẩm chủ yếu là Nhà máy nhiệt, Nhà máy điện hạt nhân, các phương tiện giao thông vận tải dùng năng lượng hạt nhân, các thiết bị y tế dùng năng lượng hạt nhân v.v... Theo Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA), đến cuối năm 2003, trên Thế giới đã có đến 439 Nhà máy điện hạt nhân đang hoạt động, sản xuất 2524 TWh điện, chiếm 16,1% tổng sản lượng điện Thế giới. Ngoài ra còn có hàng trăm lò hạt nhân dùng trong nghiên cứu khoa học v.v...

đ. *Công nghệ hàng không Vũ trụ* dựa trên các thành tựu hiện đại của khoa học về Vũ trụ, về vật lý địa cầu, vật lý khí quyển và vùng lân cận Trái đất, vật lý thiên văn của Thái dương hệ v.v... Các sản phẩm điển hình: Vệ tinh nhân tạo, con tàu Vũ trụ, tàu con thoi v.v... Công nghệ hàng không Vũ trụ tạo ra một loạt các sản phẩm, dịch vụ chưa từng có: thông tin viễn thám, thông tin liên lạc toàn cầu, thông tin địa lý toàn cầu v.v...

e. *Công nghệ hải dương* bao gồm việc sử dụng, khai thác tài nguyên sinh vật, khoáng vật, hoá học, động lực... trong lòng các đại dương.

2. Các ngành công nghiệp công nghệ cao

Các ngành công nghiệp công nghệ cao được đặc trưng bởi sự đổi mới liên tục các công nghệ, sản

phẩm. Các ngành này có tỷ lệ tăng trưởng cao hơn so với nền kinh tế nói chung và chiếm một tỷ lệ ngày càng tăng trong thương mại nội địa và Quốc tế, là phần đóng góp chủ yếu cho xuất khẩu hàng công nghiệp ở hầu hết các nước phát triển. Ngoài ra, các ngành này còn có hàm lượng vốn, hàm lượng nghiên cứu và phát triển (NCPT) cao và rất có hiệu quả trong việc sáng tạo ra tri thức và công nghệ mới. Chúng hoạt động dựa trên nguyên tắc đẩy mạnh NCPT, rút ngắn thời gian từ nghiên cứu đến sản xuất, thường xuyên tung ra thị trường các hàng hoá và dịch vụ mới. Doanh nghiệp công nghệ cao thường dành nhiều nguồn lực cho việc cải tiến, sáng tạo công nghệ và sản phẩm. Tại các nước công nghiệp hoá, các ngành công nghiệp công nghệ cao là những nguồn tạo việc làm và tuyển dụng các nhân viên có năng lực, những người này được trả lương cao hơn so với mức trung bình.

Ngành công nghiệp công nghệ cao có các đặc điểm sau:

- Công nghiệp công nghệ cao là *sự tích hợp các thành tựu khoa học và công nghệ*. Do vậy, trong lĩnh vực công nghệ cao, các ngành công nghiệp gắn liền với nhau và liên quan đến nhiều lĩnh vực khác nhau. Thí dụ, lĩnh vực vật liệu mới liên quan nhiều đến điện tử, tin học, cơ - điện tử, sinh học và năng lượng mới;

- Công nghiệp công nghệ cao có *năng suất lao động cao*, do sử dụng hàm lượng trí tuệ, kỹ thuật, kỹ năng và thông tin cao hơn hẳn các ngành công nghiệp thông thường. Hơn nữa, chúng cũng là những ngành công nghiệp có hàm lượng vốn, thiết bị tương đối lớn;

- Công nghiệp công nghệ cao có *cấu trúc sản phẩm khá phức tạp và đòi hỏi phải có nhiều ngành công nghiệp phụ trợ* nhằm đáp ứng tính đa dạng của công nghệ và sản phẩm đầu vào;

- Công nghiệp công nghệ cao có *tiềm năng thị trường lớn*. Thị trường của sản phẩm công nghệ cao được mở rộng cùng với sự phát triển của nền kinh tế và sự gia tăng nhu cầu tiêu dùng;

- Sản xuất công nghệ cao và sản phẩm của nó *sử dụng rất ít nguyên liệu, năng lượng*, bởi lẽ chúng được phát triển với mục tiêu hạn chế chi phí các nguồn nguyên liệu và năng lượng không tái tạo, cũng như bảo vệ môi trường;

- *Phân công lao động trên phạm vi toàn cầu* là một trong những đặc điểm quan trọng của sản xuất công nghệ cao. Mạng lưới sản xuất toàn cầu trở nên hiện thực nhờ phát triển ngày càng mạnh mẽ giao thông và viễn thông;

- Về mặt quản lý kinh doanh, công nghiệp công nghệ cao là kinh doanh *mạo hiểm cao và lợi nhuận cao*. Việc đổi mới các hoạt động NCPT liên tục cũng như việc thường xuyên tìm kiếm các thị trường mới là rất tốn kém và mạo hiểm. Tuy nhiên lợi nhuận cao là phần bù đắp thỏa đáng cho những hoạt động kinh doanh có độ mạo hiểm cao này.

Công nghiệp công nghệ cao còn được gọi là công nghiệp dựa trên khoa học, với tư cách là một lực lượng sản xuất trực tiếp, tạo ra sản phẩm có hàm lượng khoa học cao, năng suất lao động rất cao.

Các ngành có hàm lượng khoa học cao - tức là hàm lượng NCPT cao (High-tech) tương ứng với tỷ số chi phí NCPT trong tổng doanh thu trên 4%. Hàm lượng NCPT trung bình (Medium-tech) có chi phí NCPT trong tổng doanh thu trong khoảng 1-4%; và hàm lượng NCPT thấp (low-tech) khi chi phí NCPT trong tổng doanh thu dưới 1% (xem bảng).

Theo cơ sở dữ liệu của Cơ quan Theo dõi Công nghiệp Thế giới (Global Insight World Industry Service), cung cấp dữ liệu về sản xuất của 70 nước chiếm tới 97% hoạt động kinh tế toàn cầu, thị trường toàn cầu về sản phẩm công nghệ cao đang tăng trưởng với một tốc độ nhanh hơn các sản phẩm công nghiệp chế tạo khác, và các ngành công nghiệp công nghệ cao đang là động lực phát triển kinh tế toàn cầu. Trong khoảng thời gian 22 năm (1980 - 2001), sản xuất công nghệ cao có mức tăng trưởng thực tế trung bình hàng năm gần 6,5% so với 2,4% đối với các hàng hóa công nghiệp chế tạo khác. Đặc biệt, trong giai đoạn 1996 - 2001, hoạt động kinh tế toàn cầu rất mạnh mẽ khi sản lượng hàng năm của công nghiệp công nghệ cao tăng trưởng ở mức 8,9%, hơn gấp đôi tốc độ tăng trưởng của tất cả các ngành công nghiệp chế tạo khác. Năm 1980, sản lượng của 5 ngành công nghiệp công nghệ cao chiếm 7,7% sản lượng của tất cả các hàng hoá công nghiệp toàn cầu, đến năm 2001, con số này đã tăng gấp đôi, lên 15,8%.

Thêm vào đó, các ngành công nghiệp dịch vụ có hàm lượng tri thức cao (dịch vụ công nghệ cao) đang là động lực tăng trưởng của khu vực dịch vụ

	1991	1993	1995	1997	1999	Trung bình
Tổng các ngành chế tạo *trong đó:*	**2,5**	**2,5**	**2,4**	**2,6**	**2,6**	**2,5**
Công nghệ cao						
Hàng không vũ trụ	13,9	13,5	16,2	12,8	10,3	13,3
Dược phẩm	9,4	10,8	10,6	11,0	10,5	10,5
Máy tính, máy văn phòng	10,9	9,3	7,5	10,4	7,2	9,2
Radio, TV và thiết bị thông tin	7,9	7,9	7,7	8,0	7,4	8,0
Thiết bị khoa học, y-tế, quang	6,6	7,1	7,7	8,0	9,7	7,7
Trung bình	*9,4*	*9,3*	*9,2*	*9,5*	*8,7*	*9,3*
Công nghệ trung bình cao						
Máy và thiết bị điện	4,2	4,0	4,0	3,9	3,6	3,9
Ô-tô	3,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Hóa chất	3,4	3,4	2,8	2,7	2,9	3,1
Thiết bị đường sắt và vận tải khác	2,9	2,4	2,6	3,2	3,0	2,9
Máy và thiết bị	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1
Trung bình	*3,1*	*3,1*	*2,9*	*2,9*	*3,0*	*3,0*
Công nghệ trung bình thấp						
Đóng và sửa chữa tàu, thuyền	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0
Sản phẩm cao su và chất dẻo	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	0,9
Sản phẩm than cốc, lọc dầu và nhiên liệu hạt nhân	1,2	1,1	0,9	0,7	0,4	0,9
Sản phẩm khoáng phi kim loại khác	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9
Các sản phẩm kim loại chế tạo và kim loại cơ bản	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
Trung bình	*0,9*	*0,9*	*0,8*	*0,8*	*0,7*	*0,8*
Công nghệ thấp						
Các ngành chế tạo khác, tái chế	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
Gỗ, bột giấy, giấy, in và xuất bản	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Thực phẩm, đồ uống, thuốc lá	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
Dệt may	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Trung bình	*0,3*	*0,3*	*0,3*	*0,4*	*0,4*	*0,3*

Bảng: Hàm lượng NCPT (1) trong các ngành công nghiệp chế tạo của các nước OECD

1. Hàm lượng NCPT được tính bằng tỷ lệ chi phí trực tiếp cho NCPT trên tổng doanh số sản phẩm bán ra (theo thống kê của 12 nước OECD)

Nguồn OECD: ANBERD and STAN database, 5/2003.

toàn cầu. Doanh thu toàn cầu trong các ngành dịch vụ công nghệ cao năm 2001 đã vượt quá 12,3 nghìn tỷ đôla, tăng từ 8,0 nghìn tỷ năm 1990.

Trong thập kỷ 1980, các nước giàu có trên Thế giới đã cam kết tăng các nguồn lực được sử dụng trong sản xuất các hàng hóa có hàm lượng công nghệ và giá trị gia tăng cao hơn, thường được gọi là sản xuất công nghệ cao. Trong thời gian này, nước Mỹ đã dẫn đầu các nước công nghiệp hóa chính trong việc tập trung vào sản xuất công nghệ cao. Năm 1980, sản xuất công nghệ cao chiếm khoảng 10% tổng lượng hàng hóa sản xuất của Mỹ, lần lượt tăng lên 13% năm 1984 và gần 14% năm 1989. Trong khi đó, sản xuất công nghệ cao chiếm khoảng 12% tổng lượng hàng hóa sản xuất ở Nhật Bản, so với 7,3% vào năm 1980. Các nước Châu Âu cũng đã thấy được sản xuất công nghệ cao chiếm tỷ trọng ngày càng cao trong sản xuất hàng hóa của mình, mặc dù ở mức độ thấp hơn, trừ có nước Anh có tỷ trọng tăng từ 9% năm 1980 lên 12,5% năm 1989.

Trong suốt thập kỷ 1990, các nước công nghiệp hóa chính tiếp tục đẩy mạnh sản xuất công nghệ cao. Năm 1999, sản xuất công nghệ cao ước tính chiếm khoảng 20,9% tổng sản lượng hàng hóa ở Mỹ, 17,0% ở Anh, 16,2% ở Pháp, 15,8% ở Nhật Bản, và 9,3% ở Đức.

Số liệu năm 2001 cho thấy, sản lượng trong các ngành công nghiệp công nghệ cao tiếp tục tăng trưởng nhanh hơn sản lượng trong các ngành công nghiệp chế tạo khác ở Mỹ, Đức, Pháp; trong khi ở Nhật Bản và Anh thì có chậm lại đôi chút.

Đài Loan và Hàn Quốc là hai ví dụ điển hình cho thấy các ngành công nghiệp có hàm lượng nghiên cứu khoa học cao quan trọng như thế nào đối với các nền kinh tế mới công nghiệp hóa. Nếu như năm 1980, sản xuất công nghệ cao chiếm khoảng 8,2% tổng sản lượng công nghiệp của Đài Loan, thì tỷ trọng này vọt lên 12,4% vào năm 1989 và đạt 29,2% năm 2001. Sự chuyển dịch trong nền tảng sản xuất của Hàn Quốc còn đáng khâm phục hơn. Năm 1980, sản xuất công nghệ cao ở Quốc gia này chỉ chiếm 6,1% tổng sản lượng công nghiệp toàn quốc, năm 1989 vươn lên 10%, và đến 2001 đã lên tới 31,0%.

Tính theo thị phần thì trong suốt giai đoạn từ 1980 đến 2001, nước Mỹ vững vàng là nhà sản xuất hàng đầu Thế giới về các sản phẩm công nghệ cao. Thị phần sản phẩm các ngành công nghiệp công nghệ cao của Mỹ trên Thế giới dao động trong khoảng 29-33%, tăng chút ít trong cuối thập niên 1990 trước khi tụt xuống trong các năm 2000 và 2001. Năm 2001, các ngành công nghiệp công nghệ cao của nước Mỹ chiếm khoảng 32% tổng sản lượng toàn cầu.

Trong khi đó, các nước EU đã bị mất dần thị trường công nghệ cao trong các thập kỷ 1980 và 1990. Vào năm 2001, các ngành công nghiệp công nghệ cao tại 15 nước EU chiếm khoảng 22,8% tổng sản lượng toàn cầu, có tăng chút ít so với năm 2000 nhưng nhìn chung phản ánh xu hướng giảm thị phần từ đầu thập kỷ 1980. Trong số 4 nước EU lớn nhất, Anh, Đức và Italia đều bị giảm thị phần; chỉ có Pháp là tăng được thị phần trong giai đoạn 22 năm xem xét, và năm 2001, nước này dẫn đầu các nước EU với 5,5% thị phần. Đức chiếm khoảng 5% và Anh chiếm 4,1%. Trong số 4 nền kinh tế lớn của EU, thị phần công nghiệp công nghệ cao của Italia trên Thế giới là thấp nhất, giảm từ 3,5% trong giữa thập kỷ 1980 xuống khoảng 1,8% trong năm 2000 và 2001.

Trong 2 thập kỷ qua, thị phần công nghiệp công nghệ cao của Châu Á tăng lên rõ rệt, đầu tiên là Nhật Bản trong thập kỷ 1980 và sau đó là Hàn Quốc và Trung Quốc trong những năm 1990. Năm 1989, Nhật Bản chiếm 21,3% sản lượng hàng hóa công nghiệp công nghệ cao của Thế giới, tăng 4% so với năm 1980. Nhật Bản tiếp tục tăng thị phần của mình cho đến năm 1991. Tuy nhiên, sau đó vị trí của Nhật Bản trên thị trường này đã bị suy sụp, với những bằng chứng sụt giảm nặng nề nhất sau năm 1997. Năm 2001, thị phần của Nhật Bản tụt xuống còn 12,9%, mức thấp nhất trong giai đoạn xem xét 1980-2001.

Trong khi sự thống trị của Nhật Bản bị suy yếu, thì các Quốc gia đang phát triển ở Châu Á lại có sự chiếm lĩnh ngoạn mục. Thị phần của Hàn Quốc tăng hơn 2 lần trong thập kỷ 1980, từ 0,9% năm 1980 lên 2,1% năm 1989 và sau đó tăng đều hàng năm trong suốt thập kỷ 1990. Đến năm 2000, thị phần của Hàn Quốc đã là 6,5% và 2001 nhảy lên 7,1%, mức cao nhất của nó trong 22 năm xem xét. Tăng trưởng sản lượng công nghệ cao của Trung Quốc đã vượt lên trên Hàn Quốc. Năm 1980, công nghiệp công nghệ cao của Trung Quốc sản xuất 0,9% tổng sản lượng toàn Thế giới. Con số đó tăng lên 2,2% vào năm 1989, 5,5% vào năm 1999 và 8,7% năm 2001.

	1980	1985	1990	1995	1999	2000	2001
Thế giới	**794,952.2**	**1.108,600.7**	**1.413,586.7**	**1.772,857.0**	**2.624,884.9**	**3.011,521.3**	**2.960,809.2**
Mỹ	251,261.9	365,325.5	434,590.0	544,171.4	868,502.4	980,452.3	941,383.0
Canađa	11,598.6	13,581.9	21,260.2	31,551.1	36,268.3	44,122.5	38,430.5
Mexico	7,758.9	7,988.1	11,542.0	20,038.9	39,354.8	44,617.5	42,553.6
EU	232,438.6	306,573.2	362,504.7	434,206.8	584,460.0	668,617.0	675,964.7
Đức	86,750.4	94,750.5	95,150.2	94,967.2	117,129.4	140,336.5	148,097.7
Pháp	38,170.7	58,195.7	76,474.7	94,017.7	133,100.6	150,581.5	163,385.0
Anh	49,401.2	61,897.6	79,244.5	91,721.1	114,334.8	127,200.6	121,694.1
Italia	22,632.0	38,420.5	43,039.5	56,552.5	55,389.8	55,434.6	54,191.4
EU còn lại	35,484.2	53,308.8	68,595.9	96,948.3	164,505.5	195,063.8	188,596.5
Braxin	48,544.9	42,059.0	48,084.2	44,015.7	41,230.6	34,766.5	34,115.4
Achetina	5,011.0	3,722.9	3,583.7	4,599.6	5,229.9	5,199.6	4,445.4
Chilê	579.4	545.3	690.5	833.4	708.8	787.8	773.7
Pêru	1,394.2	808.5	546.2	552.3	578.7	609.4	604.6
Costa Rica	154.1	176.9	198.0	199.9	154.5	152.4	148.4
Nhật Bản	139,578.9	231,351.0	309,022.5	345,235.5	396,482.7	410,984.2	381,126.0
Trung Quốc	7,348.5	17,946.4	30,038.2	60,380.9	179,581.9	226,477.6	256,836.3
Hàn Quốc	7,466.4	13,050.0	32,344.7	60,262.7	145,053.3	200,501.4	208,762.2
Ôxtralia	4,773.6	4,917.0	6,272.9	8,088.7	10,861.8	11,935.4	11,586.5
Đài Loan	9,069.6	15,704.8	23,924.4	46,500.2	84,146.6	104,729.7	88,998.1
Singapor	6,472.4	9,800.1	21,330.5	41,237.5	55,297.1	64,261.0	57,995.8
Hồng Công	6,909.2	7,725.9	10,395.6	8,616.8	9,142.7	9,789.3	8,982.9
Ấn Độ	1,982.2	3,133.1	5,873.9	10,672.9	14,614.7	15,362.5	15,498.5
Malaysia	1,496.1	2,208.1	8,937.1	29,798.7	45,446.2	63,027.3	65,431.9
Thái Lan	1,201.9	1,255.9	5,170.2	5,584.7	8,981.0	11,672.2	11,703.9
Philippin	1,695.3	1,221.3	2,782.2	5,087.4	6,185.5	7,128.7	7,688.6
Inđônêsia	401.5	781.4	1,680.1	4,836.0	7,240.7	8,521.6	9,539.8
Nam Phi	2,972.6	2,563.8	3,153.0	3,009.5	2,942.0	3,044.1	3,131.0

Bảng . Sản xuất công nghiệp công nghệ cao của các nước (triệu đôla Mỹ theo giá năm 1997)

Nguồn:

- *Global Insight, Inc., World Industry Service database, 2003. Historical data are from United Nations Industrial Development Organization, United Nations System of National Accounts, Organisation for Economic Co-operation and Development, and country sources.*

- **Science & Engineering Indicators, 2004.**

3. Công nghệ thông tin

Ra đời trong thập niên 1960 và được sử dụng trong đời sống xã hội vào cuối thập niên 1980, kỹ thuật số hóa đã khởi đầu *cuộc cách mạng số* trong công nghệ thông tin. Trong đó, mọi tín hiệu (âm thanh, chữ viết, hình ảnh, biểu bảng...) đều được mã hoá thành một chùm tín hiệu 1 và 0 rồi được truyền đi thông qua các modem (thiết bị điều biến - giải điều biến) theo đường hữu tuyến (bằng dây dẫn) hay vô tuyến (không dây dẫn), tức là được truyền không phải bằng các mô - đun tần số sóng truyền như trong kỹ thuật tương tự. Ở phía thiết bị thu, chùm tín hiệu 0-1 được tái hiện lại nguyên mẫu ban đầu. Nhờ vậy, thông tin được truyền dẫn không bị nhiễu, méo tín hiệu bởi sự tác động của trường điện từ bên ngoài.

Việc thông tin số hoá được truyền một cách liên tục từ một đầu này tới một đầu khác của hệ thống truyền thông và viễn thông, tức là từ nguồn phát thông tin cho tới người dùng tin cụ thể, cũng như việc xử lý tin học các dữ liệu, văn bản, hình ảnh, âm thanh... đã cho phép cung cấp các dịch vụ phức hợp, làm cho việc truy nhập thông tin ngày càng trở nên đơn giản. Hoạt động xử lý tin học số hoá này, về cơ bản, được đảm bảo tại hai nơi - nơi cung cấp dịch vụ thông tin nguồn và tại điểm đầu cuối của người dùng tin. Các mạng lưới viễn thông vận hành bằng cách chuyển các văn bản, các hình ảnh, hay âm thanh thành các số (0 và 1), gửi các tín hiệu (bằng các xung ánh sáng: chớp - tắt) thể hiện các con số đó lên trên mạng, rồi chuyển đổi ngược lại chúng thành các văn bản, hình ảnh và âm thanh v.v...

Việc sử dụng kỹ thuật số giữa hai điểm đầu và cuối của hệ thống trao đổi thông tin đã cho phép quy tụ 3 kỹ thuật Tin học, Viễn thông và Truyền thông đa phương tiện.

Các thông tin, trong quá trình số hoá, được thể hiện thành các tín hiệu - là những đơn vị thông tin cơ bản (bit), chỉ với 2 chữ số là 0 và 1. Trong đó, việc gửi thư điện tử (e-mail), các hình ảnh, phần mềm hay các dịch vụ hoặc sản phẩm điện tử khác, đều lệ thuộc vào năng lực băng thông của hệ thống viễn thông. Về thực chất, băng thông được đo bằng lưu lượng thông tin (số lượng) các đơn vị thông tin cơ bản (bit) được truyền đi trong mỗi giây (s) - hàng nghìn bit trong một giây (Kbit/s) hay hàng triệu bit trong một giây (Mbit/s), hoặc hàng tỷ bit trong một giây (Gb/s). Như vậy, *năng lực băng thông của một hệ thống thể hiện tốc độ mà ở đó, các tín hiệu có thể được truyền đi sao cho các con số 0 và 1 không lẫn lộn.*

Dưới đây là một số thông số về lưu lượng của các mạng và các dịch vụ phổ biến nhất *(bảng 2).*

Các lưu lượng thấp đo bằng Kbit/s	
1,2 Kb/s	Lưu lượng của Mạng Minitel của Pháp (với tốc độ 9,6 Kb/s)
13 Kb/s	Điện thoại vô tuyến di động (GMS), trong đó tiếng nói được nén bằng kỹ thuật số
28,8 Kb/s	Tin được mã hóa trên mạng điện thoại sử dụng kỹ thuật tương tự
64 Kb/s	Điện thoại cổ điển - Được mã hoá mà không dùng tới kỹ thuật nén số. Các tổng đài điện thoại và các mối liên lạc giữa các trung tâm đều được thực hiện dưới dạng này.
128 Kb/s	Điện thoại có hình ảnh sử dụng kỹ thuật số.
Các lưu lượng cao đo bằng Mbit/s	
1,4 Mb/s	Đĩa Compact dành cho âm thanh nổi (Stereo), không dùng kỹ thuật nén số.
1,5 Mb/s	- Điện thoại có hình ảnh chất lượng cao (trong khoảng lưu lượng 384 Kb/s - 1,5 Mb/s). - Hình ảnh truyền hình có chất lượng tương đương với chất lượng của một máy ghi hình có sử dụng một thiết bị nén số theo tiêu chuẩn MPEG - 1.
Từ 4 Mb/s tới 5 Mb/s	Hình ảnh truyền hình chất lượng thông thường sử dụng kỹ thuật nén số theo tiêu chuẩn MPEG - 2.

Bảng 2. Lưu lượng của các mạng và các dịch vụ phổ biến

Từ 20 Mb/s tới 30 Mb/s	Hình ảnh truyền hình có độ nét cao, sử dụng kỹ thuật nén số theo tiêu chuẩn MPEG - 2.
216 Mb/s	Hình ảnh truyền hình chất lượng thông thường, được số hoá theo tiêu chuẩn tham khảo "4.2.2" của CCITT, nhưng không được nén số.
155 Mb/s, 622 Mb/s và 2488 Mb/s	Lưu lượng của những hệ thống truyền thông tin số hoá dành cho các tuyến liên lạc lưu lượng cao trên cáp quang giữa các trung tâm
80 Gb/s	Khả năng của một bộ chuyển mạch ATM.

Trong giai đoạn xuất hiện ban đầu của mạng Internet, phần lớn các thông báo đều là các văn bản đơn giản, không cần tới các băng thông lớn. Tuy nhiên, sau khi World Wide Web phát triển bùng nổ, nhu cầu truy cập nhanh chóng các thông tin đa dạng (các văn bản, đồ hoạ, hình ảnh, âm thanh, phần mềm, video v.v...) trên mạng Internet đã ngày càng đòi hỏi phải có các băng thông lớn *(bảng 3)*.

Loại tốc độ của Modem	Thời gian truyền tải
9,6 Kb/s	2,3 giờ
14,4 Kb/s	1,5 giờ
28,8 Kb/s	46 phút
128 Kb/s	10 phút
1,54 Mb/s	52 giây
4 Mb/s modem nối cáp	20 giây
8 Mb/s công nghệ ADSL	10 giây
10 Mb/s modem nối cáp	8 giây

Bảng 3. So sánh tốc độ truyền đối với 1 File 10 Mbyte

Nhờ tốc độ băng thông tăng lên, số người truy cập tới mạng Internet cũng tăng lên mạnh mẽ.

Theo Nua Internet Surveys, trên toàn Thế giới số người nối mạng với Internet đã tăng từ 171 triệu người (tháng 3-1999) tới 304 triệu người (tháng 3-2000) và theo Internet World Stats, tính tới tháng 9 năm 2005, con số này lên tới tới gần 1 tỷ người (chính xác là 964.290.000 người). Theo NEC Research Institute, thì tính tới tháng 1-2000 số lượng các trang Web trên mạng Internet đã lên tới 1 tỷ đơn vị trang, so với 100 triệu trang năm 1977. Nhờ vậy, kinh doanh điện tử trên mạng Internet đã tăng với tốc độ chóng mặt.

Phần cứng máy tính

Nhờ những đột phá trong công nghệ thông tin, tốc độ xử lý, khả năng lưu giữ và gửi thông tin với chi phí thấp ngày càng tăng lên mạnh mẽ (xem bảng 9 và 10). Những bộ vi xử lý mới đẩy sức mạnh đã cho phép tăng cường khả năng lưu trữ số liệu và tốc độ truyền thông tin. Một con chip của bộ nhớ thuộc thế hệ hiện nay có thể lưu giữ được số liệu với số lượng lớn hơn 250.000 lần so với khả năng của một con chip trong bộ nhớ của những năm đầu thập niên 70, với tốc độ truyền tăng lên gấp 200.000 lần (bảng 4). Cụ thể là một con chíp hiện nay có thể lưu giữ được 1600 cuốn sách so với việc chỉ lưu giữ được 1 trang sách vào đầu thập niên 70. Nếu vào năm 1970, việc truyền 32 tập của bộ Đại từ điển Bách khoa toàn thư của Anh trên mạng Internet từ Thành phố New York tới Thành phố San Fransisco mất 97 phút, thì hiện nay, có thể chuyển cùng một lúc 8 bộ Đại từ điển này chỉ vẻn vẹn trong 1 phút đồng hồ. Nếu năm 1970, cước phí chuyển 1 bộ Đại từ điển này trên tuyến điện thoại đường dài từ bờ biển này sang bờ bên kia của Hoa Kỳ mất 187 USD, thì vào đầu thế kỷ XXI, cước phí chuyển toàn bộ Thư viện Quốc Hội Hoa Kỳ ra nước ngoài chỉ mất 40 USD *(bảng 5)*.

Năm	1970	1980	1990	1999
Tốc độ của bộ vi xử lý (MHz)	0,11	8	50	800
Khả năng lưu trữ thông tin của Bộ nhớ động-DRAM (Kilobit)	4	64	4.000	1.000.000
Băng thông - Bandwith (Kilobit/giây)	50	56	46.080	9.600.000

Bảng 4. Tốc độ xử lý, lưu giữ và gửi thông tin

Năm	1970	1980	1990	1999
Giá 1MHz (USD)	7.600,82	103,40	25,47	0,17
Lưu trữ 1Mbit (USD)	5.256,90	614.40	7.85	0.17
1 nghìn tỷ bit (USD)	150.000,000	129.166,67	90,42	0,12

Bảng 5. Giá một đơn vị công suất và tốc độ (USD).

4. Các đột phá quan trọng trong công nghệ thông tin cuối Thế kỷ XX

Theo quan điểm của các nhà khoa học Pháp nêu trong Báo cáo dưới tên gọi "*Các siêu lộ thông tin*" của Gerat Teri (Gerard Thery) - Tổng Kỹ sư viễn thông gửi Thủ tướng Pháp ngày 31/7/1994, chỉ nêu ra có 3 đột phá công nghệ là: *1) Kỹ thuật nén số hình ảnh; 2) Công nghệ chuyển tải không đồng bộ và 3) Cáp quang.* Chúng ta thấy rằng, nếu chỉ với 3 đột phá này, thì xã hội công nghiệp vẫn chưa đủ điều kiện để chuyển hoá thành xã hội thông tin. Bởi vậy, ở đây có thể liệt kê lại và xem xét thêm một số đột phá công nghệ có tính cốt lõi của cuộc cách mạng thông tin này.

Đột phá thứ nhất - sử dụng các vi mạch: chip điện tử có tốc độ xử lý, tính toán cao trong các cấu trúc song song là một trong những đột phá quan trọng nhất của công nghệ thông tin, đã tạo nên một cách tiếp cận khác hẳn so với việc sử dụng các máy tính điện tử thông thường trên cơ sở một bộ vi xử lý thông thường. Việc sử dụng các bộ xử lý song song và các mạng Neural (nơron) - một kiểu tượng tự đặc thù của bộ xử lý song song, đã cho phép nhiều bộ vi xử lý cùng hoạt động một lúc trong một chế độ mạng song song linh hoạt được mô phỏng theo mạng lưới các tế bào tạo nên não của con người. Các cấu trúc này, giống như não người, tiến hành tổ chức thông tin thành các mô thức, chỉ định các chức năng khác nhau cho các bộ phận khác nhau trong mạng lưới và tỏ ra rất có hiệu quả sau khi sử dụng các phương pháp heuristic (ơristic), chứ không phải bằng các thuật toán, để tìm ra các lời giải có tính xấp xỉ một cách nhanh chóng. Mặt khác, chúng còn có thể tái tổ chức lại để điều chỉnh các sai sót trong các cấu tử. Như vậy, máy tính điện tử đã hỗ trợ con người về mặt trí tuệ trên cơ sở hoạt động cơ bản là suy lý nhằm sử dụng những thông tin và tri thức đã biết để vươn tới những thông tin chưa biết.

Đột phá thứ hai - kỹ thuật số hoá (Numerisation): ra đời trong thập niên 60 và được sử dụng trong đời sống xã hội vào cuối thập niên 80 đã khởi đầu cuộc cách mạng số hoá trong công nghệ thông tin. Trong đó, nhờ kỹ thuật số hoá, mọi tín hiệu (âm thanh, chữ viết, hình ảnh, biểu bảng...) đều được mã hoá thành một chùm tín hiệu 1 và 0 (chớp-tắt) rồi được truyền đi qua các mođem (thiết bị điều biến - giải điều biến) theo đường hữu tuyến (bằng dây dẫn) hay vô tuyến (không dây dẫn), tức là được truyền không phải bằng các mô-đun tần số sóng truyền như trong kỹ thuật *tương tự (analog)*. Ở phía thiết bị thu, chùm tín hiệu 0-1 sẽ được tái hiện lại nguyên mẫu ban đầu. Phương pháp số hoá như vậy có ưu điểm là thông tin được truyền dẫn không bị nhiễu, méo tín hiệu bởi sự tác động của trường điện từ bên ngoài.

Các phương tiện nghe, nhìn với các đối tượng thông tin phức tạp và chất lượng cao về âm thanh, hình ảnh tĩnh và động chỉ vừa mới tiếp cận được với kỹ thuật số hoá. Đầu tiên là các đĩa compaq-CD thay thế các đĩa nhựa vào cuối những năm 80 của Thế kỷ XX, rồi sau đó Truyền hình số hoá đã nổi lên kế vị Ti vi có độ phân giải cao.

Trong bước cơ bản đầu tiên, 3 loại kỹ thuật tin học, viễn thông và phương tiện nghe nhìn đã được thống nhất hoàn toàn bằng kỹ thuật số hoá. Trong thời gian tới đây, tất cả các kỹ thuật sản xuất và xuất bản các nội dung thông tin đều sẽ phải nhờ tới kỹ thuật số hoá. Mỗi đồ vật, sản phẩm, sách vở, bảo tàng, thư viện, công trình kiến trúc sẽ có một "*hình ảnh bằng số*" riêng của mình và mọi nội dung thông tin sẽ được tăng cường và củng cố nhờ mã số nhị phân (0 và 1) của chúng. Đột phá công nghệ này đã cho phép ra đời trong thập niên 90 hai khái niệm mới, đó là các Siêu lộ cao tốc thông tin và Đa phương tiện (multimedia), cũng như một dịch vụ viễn thông mới, đó là điện thoại có hình (vision-phone).

Đột phá thứ ba - công nghệ lade: thông qua một bộ lọc cho phép các quang tử có cùng tần số, bước sóng và cùng hướng đi qua và tạo nên một chùm ánh sáng có tần số rất cao, hội tụ lại ở một điểm rất nhỏ và phát thành tia cực mảnh với công suất cực lớn. Tuy mới xuất hiện nhưng lade đã được xã hội

chấp nhận và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực do hiệu quả kỳ diệu của công nghệ này như y tế (giải phẫu não, mắt, mổ các khối u với hiệu suất cao, khai thông tắc nghẽn các động mạch...), vật lý thiên văn, công nghệ không gian,... và nhất là trong công nghệ thông tin (các đầu đọc CD-ROM, chuyển tải tín hiệu trên cáp quang...) do có những ưu điểm về tính hội tụ, định hướng cao, truyền tải được nhiều tín hiệu hơn sóng điện từ... Kết hợp với cáp sợi quang để truyền tín hiệu dưới dạng *"chớp - tắt"* tương ứng với mã số nhị phân 0 và 1, cũng như cùng với các đột phá công nghệ khác mới chỉ vừa xuất hiện trong vòng chưa đầy một thập kỷ, công nghệ lade đã trở thành một trong những công nghệ nền tảng của cuộc Cách mạng thông tin lần thứ năm.

Đột phá thứ tư - cáp sợi quang, đó là các vật liệu thuỷ tinh ở dạng sợi được kéo thành những dây cáp gọi là cáp quang dẫn hay cáp sợi quang, cấu tạo bởi hai loại thuỷ tinh có hệ số khúc xạ khác nhau và loại có hệ số khúc xạ ánh sáng thấp bọc ở phía ngoài để tia sáng lade khi đi trong sợi cáp không bị khuếch tán ra môi trường bên ngoài. Do đó, khi truyền tải trên khoảng cách lớn, các tín hiệu khi được khuếch đại tại các trạm tiếp vận đều không bị méo và không bị nhiễu. So với các dây dẫn điện thông thường chỉ cho phép truyền các tín hiệu trong phạm vi giải tần dưới 60 triệu héc (MHZ), thì cáp quang có ưu điểm là có thể tăng thông lượng truyền tải tín hiệu lên tới hàng chục tỷ héc (GHZ) trong cùng một đơn vị thời gian khiến cho khối lượng thông tin (âm thanh, hình ảnh, số liệu, chữ viết...) được truyền đi tăng lên gấp hàng trăm lần so với truyền trong dây dẫn kim loại bình thường. Đồng thời, để tăng lượng thông tin (tăng giải thông), người ta đã truyền cùng một lúc nhiều xung ánh sáng có màu sắc khác nhau, bởi vì khi có thêm một ánh sáng màu thì giải thông của cáp quang sẽ tăng gấp đôi.

Với cáp sợi quang, ý tưởng của Ben (G.Bell) muốn dùng ánh sáng để truyền tải tiếng nói đúng một thế kỷ trước đó (1880) đã trở thành hiện thực. Vào cuối thập niên 80 trở đi đã xuất hiện các tuyến cáp quang đầu tiên xuyên suốt các đại dương lớn, đảm bảo nối kết số hoá băng rộng (B-ISDN-Broadband Integrated Service Digital Network) 60 nước lại với nhau và tới năm 1997 con số này là 90 nước. Như vậy, so với các hệ thống vệ tinh và hệ thống cáp đồng trục trước đây xuyên Đại Tây Dương TAT-1 do công ty AT & T rải năm 1956 chỉ truyền được đồng thời 48 kênh đàm thoại, *công nghệ viễn thông bằng cáp quang đã được cách mạng hoá về mặt dịch vụ, công suất, tính khả thi và chất lượng,* từ 20.000-40.000 kênh đàm thoại đồng thời ở thế hệ 1 vào cuối thập niên 80 với tốc độ 280 triệu bit/giây (các hệ thống cáp quang ngầm xuyên Đại Tây Dương TAT - 8 rải tháng 12-1988 và xuyên Thái Bình Dương HAW.4/TPC-3 rải tháng 4-1989, lên tới 160.000 kênh ở thế hệ 2 (1991) với tốc độ 560 triệu bít/giây và 320.000 kênh ở thế hệ 3 (1994) với tốc độ truyền dẫn 2,5-5,0 tỷ bít/giây. Đầu Thế kỷ XXI theo đà phát triển của các công nghệ truyền thông, các hệ thống cáp quang ngầm đáy biển thế hệ mới sẽ có tốc độ truyền dẫn từ 10-40 tỷ bít/giây cho phép truyền đồng thời hơn 1 triệu kênh đàm thoại. Chất lượng truyền tải cao của cáp quang, xuyên suốt qua khoảng cách, khả năng vận chuyển các lưu lượng thông tin khổng lồ của nó có thể tạo ra một chuỗi số liên tục tuyệt đối giữa toàn bộ nguồn thông tin và người sử dụng với giá thành ngày càng ít phụ thuộc vào khoảng cách và khối lượng thông tin được truyền đi, đã đưa cáp quang trở thành một đột phá công nghệ cực kỳ quan trọng ở cuối Thế kỷ XX và trở thành hệ tuần hoàn của các Siêu lộ cao tốc thông tin.

Đột phá công nghệ thứ năm - công nghệ nén số hình ảnh: để truyền tải những lượng thông tin khổng lồ do kỹ thuật số hoá của truyền hình tạo ra, các thuật toán nén số đã cho phép giảm khối lượng thông tin xuống hàng trăm lần và hơn nữa. Đây là các thuật toán phân tích hình ảnh rất phức tạp và *mới chỉ thực hiện được trong khoảng hơn 5 năm gần đây,* bởi vì các linh kiện điện tử cần thiết cho hoạt động này trước đó không thể thực hiện được. Nhờ công nghệ này, truyền hình bằng kỹ thuật số đã có thể được truyền phát đi hiệu quả hơn so với truyền hình thông thường (phát minh năm 1925) theo kỹ thuật tương tự và tới đây sẽ thay thế hoàn toàn truyền hình thông thường, chấm dứt hơn 50 năm hoạt động thương mại hoá loại truyền hình này. Việc các tấm thẻ vi mạch giải mã nén số theo tiêu chuẩn Thế giới MPEG (Moving Picture Expert Group) như MPEG-1 dùng cho các hoạt động xử lý tin học; MPEG-2, MPEG-3 và MPEG-4 dùng cho các chương trình nghe nhìn có độ phân giải cao đã được đưa vào thương mại hoá rộng rãi phục vụ các điểm thuê bao và các thiết bị đầu cuối. Chúng đang thúc đẩy mạnh mẽ quá trình xã hội hoá cuộc cách mạng

số hoá một cách thực sự và với tốc độ ngày càng chóng mặt trong mọi lĩnh vực đời sống con người và đặt thêm một viên gạch vững chắc có tính nền móng vào công cuộc xây dựng mạng lưới các Siêu lộ cao tốc thông tin toàn cầu.

Đột phá công nghệ thứ sáu - công nghệ truyền tải không đồng bộ (ATM-Asynchronous Mode of Transfer): công nghệ này do Trung tâm Quốc gia về Nghiên cứu Viễn thông của Pháp phát minh ra năm 1982 trên cơ sở kỹ thuật chuyển mạch gói (Packet Switching) của Bộ Quốc phòng Mỹ vào cuối thập niên 50-đầu thập niên 60. Đây là phương thức truyền tin trong đó thông tin được chia thành các "gói" gọi là các tế bào thông tin, các tế bào này có độ dài cố định là 53 byte (gồm 5 byte là *trường địa chỉ* - dùng để định hướng tế bào giữa các điểm chuyển mạch và cập nhật các nhãn địa chỉ mới tại từng điểm chuyển mạch và 48 byte là *trường thông tin* - dùng để truyền thông tin một cách thông suốt và an toàn trên mạng) chỉ được truyền độc lập và được sắp xếp lại theo thứ tự ở nơi nhận. Sở dĩ gọi đây là phương pháp *truyền tải không đồng bộ* vì sự xuất hiện tiếp theo của các tế bào ATM của mỗi kênh thông tin không nhất thiết phải mang tính chu kỳ. Nhờ đơn giản hoá các tham số của *"gói"* thông tin và giảm thiểu hoá công tác xử lý trên mạng trong quá trình truyền nên công nghệ ATM là một kỹ thuật chuyển gói *"nhanh"* với hai tốc độ cơ bản là 155 triệu bít/giây và 622 triệu bít/giây và với các tốc độ thấp hơn trong các giai đoạn chuyển tiếp. Trong quá trình truyền thông tin theo tốc độ truyền riêng của từng thiết bị đầu cuối trên mạng ATM, nhờ có hai loại *"nhãn phân biệt"* (là trường địa chỉ và trường thông tin) mà mỗi tế bào được nhận diện rất chính xác và không bị nhầm lẫn trong dòng thông lượng của mạng lưới. Sử dụng được trên tất cả các loại phương tiện truyền tải sẵn có như vệ tinh, cáp đồng trục, cáp quang và các hệ phân cấp số hoá, đồng bộ... công nghệ chuyển tải không đồng bộ-ATM, cùng với kỹ thuật số mang lại khả năng kết nhập và truyền tải dưới dạng các tín hiệu 0 và 1 đối với tất cả các thông tin thuộc đủ mọi loại khác nhau như âm thanh, giọng nói, hình ảnh tĩnh, động và các dữ liệu tin học (bảng biểu, đồ họa, văn bản, số liệu...), đã cho phép tạo ra các mối liên lạc với lưu lượng thông tin có khả năng thay đổi theo nhu cầu, xử lý các tuyến liên lạc khác nhau về dữ liệu, tiếng nói, các chương trình nghe nhìn và điều chỉnh một cách hiệu quả các tín hiệu có thông lượng cao đặc biệt là các chương trình đa phương tiện. Bởi vậy, công nghệ này sẽ là trái tim của các Siêu lộ cao tốc thông tin.

Đột phá thứ bảy - Mạng thông tin số hoá đa dịch vụ băng rộng (B-ISDN Broadband Integrated Services Digital Network). Trên cơ sở kỹ thuật số, trong khoảng những năm 1980-1984, Uỷ ban Tư vấn Viễn thông Quốc tế - (CITT- nay là Liên minh Viễn thông Quốc tế - ITU), cùng với Viện Nghiên cứu Tiêu chuẩn Quốc gia Mỹ-ANSI và một số tổ chức tiêu chuẩn khác đã cùng đưa ra một mô hình mạng thông tin số đa dịch vụ (Integrated Services Digital Network-ISDN) nhằm xây dựng một mạng lưới viễn thông duy nhất đáp ứng được tất cả các loại hình dịch vụ nêu trên với hiệu quả cao, với sự thống nhất hai loại mạng là:

Các mạng truyền dữ liệu kiểu mạng cục bộ - LAN (Local Area Network), *mạng diện rộng* (Wide Area Network) và *mạng khu vực thành phố* MAN (Metropolitan Area Network).

Các mạng telex và mạng điện thoại (sử dụng kỹ thuật truyền tương tự và chuyển mạch cơ học) là những mạng trước đây được xây dựng và hoạt động độc lập với nhau do có sự khác biệt về bản chất của thông tin, cũng như do các hạn chế về kỹ thuật.

Về thực chất, đây là loại mạng băng hẹp (N-ISDN-Narrowband Integrated Services Digital Network) với các tốc độ cơ bản là 64 kilô-bit và 128 kilô-bit để đáp ứng các dịch vụ điện thoại và truyền số liệu trên một mạng duy nhất. Tuy nhiên, do sự tiến bộ cực kỳ nhanh chóng của công nghiệp viễn thông và nhu cầu trao đổi dữ liệu tăng lên không ngừng cùng với các loại hình dịch vụ truyền dữ liệu ảnh, nghe nhìn và các dữ liệu đòi hỏi phải có tốc độ truyền cỡ từ hàng triệu bít/giây tới hàng trăm triệu bít/giây khiến mạng băng hẹp N-ISDN không còn khả năng đáp ứng được nữa. Bởi vậy, từ giữa thập niên 80 trở đi, Uỷ ban Tư vấn Viễn thông Quốc tế đã bắt tay vào nghiên cứu một mô hình mạng viễn thông mới nhằm đáp ứng được các yêu cầu mới đặt ra, đó là mạng thông tin số hoá đa dịch vụ băng rộng B-ISDN, cho phép thực hiện tất cả các ứng dụng truyền tiếng nói, âm thanh, hình ảnh tĩnh, động và các dữ liệu, đồ hoạ, văn bản, bảng biểu... trong cùng một hệ thống mạng có khả năng cung cấp đồng thời các dịch vụ truyền tin với tốc độ thay đổi trong khoảng từ hàng chục kilô-bít/giây tới hàng trăm triệu bít/giây và hàng tỷ bít/giây. Nhờ đó, có thể

truyền kết hợp một số lượng lớn các thông tin sử dụng băng tần tiếng nói (trên các mạng điện thoại có dung lượng hàng chục nghìn thuê bao và hơn nữa), cùng với luồng số liệu hoặc hình ảnh có tốc độ cao (trên các mạng LAN, WAN và MAN) trong một thời gian ngắn với các dịch vụ truyền thông đa phương tiện, đa dạng và phức tạp, có thể đáp ứng được nhu cầu thông tin của từng cá nhân.

Với ưu điểm đặc trưng bởi tính truyền dẫn mềm dẻo dễ dàng thích ứng với các nhu cầu luôn thay đổi và gần như không bị hạn chế về tốc độ truyền dẫn vì các tế bào thông tin được truyền đi trong một đơn vị thời gian là hoàn toàn tự do, nên vào năm 1990, công nghệ ATM-chuyển tải không đồng bộ đã được Uỷ ban Tư vấn Viễn thông Quốc tế chọn làm giải pháp kỹ thuật Mạng Thông tin Số hoá Đa dịch vụ Băng rộng B-ISDN. Từ năm 1992 tới nay, có rất nhiều hệ thống B-ISDN trên cơ sở công nghệ ATM đưa vào thử nghiệm dịch vụ trên mạng lưới thực tế tại Mỹ, Tây Âu và Châu Á và kết quả là loại mạng này đã được chấp nhận triển khai vào năm 1993 sau khi đã hoạt động thực sự trên thương trường. Có thể coi loại mạng này là phần hồn của các Siêu lộ cao tốc thông tin toàn cầu trong Thế kỷ XXI.

Đột phá công nghệ thứ tám - đa phương tiện trong Thế giới thông tin tương tác: các thành tựu mới nhất về tin học-viễn thông vào thập niên 90 đã cho phép ra đời các ứng dụng đa phương tiện (Multimedia) , hay còn gọi là các ứng dụng đa trình, trong đó hợp nhất tất cả các thông tin dưới dạng thức sau: văn bản và số liệu, hình hoạ và đồ hoạ (Graphics), hình ảnh tĩnh và động, âm thanh. Về thực chất, *truyền thông đa phương tiện là sự hội tụ của ba lĩnh vực hoạt động là: Công nghiệp điện ảnh và truyền hình, Công nghiệp tin học và Công nghiệp viễn thông*. Việc xuất hiện các mô hình tổ chức truyền hình mới, các quyết định đầu tư ồ ạt vào lĩnh vực sản xuất phần mềm và xây dựng các mạng lưới truyền dẫn điện tử, cũng như sự gắn kết của nhiều tác nhân thuộc ba lĩnh vực này đang chứng tỏ rằng những đột phá công nghệ mới nhất đang diễn ra trong công nghệ thông tin đã kéo theo sự tiến bộ phi thường của lịch sử.

Vào thập niên 90, nhu cầu chuyển giao thông tin mạnh mẽ trong các hoạt động đời sống của con người đã làm nảy sinh một vấn đề quan trọng mới, đó là vấn đề *tương tác giữa các thông tin (Interactivity of Information)*. Sự ra đời của đa phương tiện thật đúng lúc bởi vì nó đã khắc phục được những nhược điểm vốn có xưa nay của từng lĩnh vực nghe nhìn như: truyền hình có hình ảnh, nhưng lại không trao đổi qua lại được với khán giả, điện thoại có âm thanh và có thể giao tiếp được giữa người với người nhưng không có hình ảnh, còn máy tính tuy có nhiều khả năng trao đổi thông tin qua lại và nhất là khi được nối mạng thì càng có khả năng lớn hơn để phát huy ưu thế trao đổi thông tin qua lại với các dạng thức âm thanh, hình ảnh và văn bản, nhưng nhược điểm lớn nhất của máy tính lại là vấn đề nén thông tin. Dưới sức ép của nhu cầu tương tác thông tin trong kỷ nguyên thông tin đang diễn ra, những thành tựu và đột phá công nghệ mới nhất nêu trên đã cho phép công nghệ thông tin, trong cuộc cạnh tranh với công nghiệp truyền hình và công nghiệp điện tử dân dụng, đưa ra không phải những chiếc máy tính thông thường nữa mà là những thiết bị đa phương tiện. *Từ giữa thập niên 90 trở đi, không chỉ với chức năng xử lý thông tin đơn thuần, mà còn với tính cách là những nguồn tri thức, các máy vi tính - đa phương tiện sẽ trở nên những chiếc máy "thông minh" và ngày càng đóng vai trò quan trọng trong giao tiếp người - máy, cũng như trong giao tiếp giữa các đối tác trên những khoảng cách xa bất kỳ một cách nhanh chóng.* Nhờ đa phương tiện, các di sản văn hoá của dân tộc và của Thế giới được đưa vào bảo tồn và di truyền dưới dạng các *bảo tàng ảo*. Các *bảo tàng ảo* còn liên quan tới toàn bộ các ngành nghề trong các lĩnh vực khoa học và nghệ thuật như các nhà bảo tàng, trung tâm trưng bày, phòng tranh, kênh truyền hình, các tư liệu của các viện nghe - nhìn Quốc gia, các kho tư liệu tranh ảnh, thương gia, nhân viên đấu giá, các chuyên gia, các nhà sử học... Các loại viện bảo tàng ảo này có thể mang lại sự hiếu kỳ và đáp ứng được lòng mong đợi của những người tham quan các dịch vụ mà các bảo tàng thực khó có thể mang lại. Việc *"tìm đường bằng kỹ thuật số"* cho phép chuyển dễ dàng từ hình ảnh tĩnh sang văn bản viết và bài bình luận hoặc chuyển sang hình ảnh động. Nó cho phép con người thả hồn theo đuổi trí tưởng tượng, tách mình ra khỏi Thế giới hiện tại và đi xuyên qua mọi bức tường thời đại và thời gian, tư duy theo phép ngoại suy hay theo một sự chỉ dẫn để tiến hành các nghiên cứu hoặc dạo chơi hay rời khỏi một thư viện hay viện bảo tàng để đi tới hàng nghìn thư viện hay viện bảo tàng khác trong giây lát

hoặc theo đuổi cuốn catalo của một ngành nghệ thuật mà mình yêu thích.

Khái niệm bình đẳng trong việc tiếp cận văn hoá, tri thức và thông tin, cũng như việc bảo tồn văn hoá và bản sắc của dân tộc có nguy cơ trở thành khái niệm trống rỗng nếu như những di sản văn hoá nghệ thuật phong phú của dân tộc và nhân loại không được truyền bá rộng rãi cho công chúng. Việc thu hút và khuyến khích công chúng thưởng thức và nâng cao trình độ nhận thức, tri thức khoa học và tính thẩm mỹ nghệ thuật trong những lĩnh vực mà hệ thống đa phương tiện đang đóng góp, là một trong những điều kiện cụ thể để khái niệm bình đẳng trong việc tiếp cận thông tin trở thành hiện thực. Hiện nay, ngoài một số hãng như Thôm-sơn, Phi-líp... vẫn theo đuổi chế tạo các thiết bị thu hình có độ phân giải cao, còn đa số các hãng điện tử và công ty khác như Sony, Apple, IBM, Compaq, Intel... đều tập trung vào việc chế tạo các máy tính với những thiết bị đa phương tiện đầy sức mạnh tương tác. Ở Mỹ, tốc độ trang bị máy vi tính của các hộ gia đình tăng từ 35% năm 1994 tới 75% năm 2000. Giám đốc thương mại của hãng France Telecom cho biết: "sẽ có hai sự phát triển năng động được thực hiện. *Sự phát triển thứ nhất diễn ra rất nhanh, gắn liền với ngành tin học và xuất phát từ ngành truyền thông chuyên nghiệp. Sự phát triển thứ hai chậm hơn, gắn với lĩnh vực nghe nhìn và ngày càng trở nên có tính tương tác (Interactivity) nhiều hơn".* Xuất phát từ nhận định trên, mà hãng này đã đẩy mạnh chương trình phủ 30.000km cáp quang giữa các thành phố và kéo cáp quang tới hơn 2.500 văn phòng tư vấn và thương mại lớn ở Châu Âu.

Vừa cạnh tranh, vừa hợp tác để sinh tồn, tất cả các công ty viễn thông lớn (AT&T, MCI...), các công ty tin học (IBM, Apple, Microsoft, Intel...), các công ty điện tử đại chúng (Sony, Phillips, Thomson, Toshiba, Sharp, National...) cùng các hãng thông tấn, các hãng xuất bản, phát thanh, truyền hình và hát kịch... đang liên kết với nhau để tạo ra các mối liên minh mà ảnh hưởng của các mối quan hệ này sẽ cực kỳ quan trọng ở những thập niên đầu Thế kỷ XXI này.

Đột phá thứ chín - các hệ thống thông tin di động: sự xuất hiện công nghệ ATM và mạng B-ISDN đã chấm dứt thế hệ thứ nhất (1 Generation - 1 G) của các hệ thống thông tin di động tế bào dùng kỹ thuật tương tự (Cellular Analogue) trên cơ sở Công nghệ đa truy nhập phân theo tần số (FDMA-Frequency Multiple Access) như AMPS (America Mobile Phone System), NMP (Nordic Mobile Phone) và TACS (Total Access Communication System). Kỹ thuật số (Digital Technology) đã khởi đầu thế hệ thứ hai (2 Generation - 2 G) của các hệ thống thông tin di động tế bào với các công nghệ như Công nghệ đa truy nhập phân theo thời gian (TDMA-Time Division Multiple Access), Công nghệ đa truy nhập phân theo mã (CDMA), đã xuất hiện và phát triển mạnh mẽ theo 3 tiêu chuẩn chủ yếu sau đây:

1) Tiêu chuẩn Châu Âu - GSM (Global System for Mobile Communication hay Group Special Mobile);

2) Tiêu chuẩn của Nhật - PDC (Personal Digital Cellular);

3) Tiêu chuẩn của Bắc Mỹ - D-AMPS (Digital American Mobile Phone System).

Các hệ thống này đã đánh dấu một bước tiến căn bản của thông tin di động. Với định hướng phát triển thông tin tế bào số (Cellular Digital), kể từ năm 2000, các hệ thống này đã quá độ sang thế hệ 3 (3 G - 3 Generation), trên cơ sở Công nghệ đa truy nhập phân theo mã (CDMA-Code Division Multiple Access), Công nghệ băng rộng W- CDMA (Wide-CDMA) và tới đây là thế hệ 4G . Trong đó, nhờ các thành tựu công nghệ mới, các dịch vụ điện thoại và các dịch vụ khác như truyền văn bản, số liệu, thư điện tử (E-mail) sẽ tăng lên mạnh mẽ.

Nếu mạng 2G chỉ có khả năng truyền tải cuộc gọi, thì mạng 3G, do có khả năng truyền dữ liệu gấp 3 lần so với kết nối dial-up (quay số với tốc độ 65Kb/giây), trong phạm vi 144 Kb/giây - 2,4 Mb/giây, cho phép có thể lướt các trang Web, nghe nhạc, xem video, video theo yêu cầu, tải và chơi game, hội nghị video từ xa; cũng như thực hiện các ứng dụng truyền thông đa phương tiện qua mạng thông tin di động, điều mà trước đó chỉ có thể thực hiện qua mạng Internet. Còn thế hệ 4G sẽ là thế hệ thứ tư của mạng thông tin di động trong tương lai, cho phép truy cập không dây với tốc độ truyền tải dữ liệu cực kỳ cao (từ 200 Mb/giây tới nhiều Gb/giây), đồng thời cho phép người dùng có thể truy cập cùng lúc vào mạng bằng nhiều công nghệ khác nhau tới đây, như WI-FI, EDGE, UMTS, đặc biệt là công nghệ đầy triển vọng, dưới tên gọi WIMAX v.v...

WiMAX - tên viết tắt của cụm từ *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (*Khả năng vận hành tương tác truy nhập sóng ngắn trên phạm vi Thế giới*) - là công nghệ truy nhập vô tuyến băng thông rộng dựa trên cơ sở Tiêu chuẩn mới IEEE 802.16. Công nghệ này có khả năng cạnh tranh với DSL và dịch vụ cáp - môđem mà không cần phải có bộ điều chỉnh đặc biệt, có thể phụ trợ cho truy cập vô tuyến băng thông rộng đa điểm với tốc độ cao tới 2+Mbps, diện tích phủ sóng tối thiểu từ 3-5 dặm (1 dặm Anh = 1609,34m). WiMAX có khả năng truyền các tín hiệu mạng ở phạm vi vượt quá 30 dặm (trong khoảng 30km-50km) trên diện phục vụ tuyến tính, khoảng cách này lớn hơn rất nhiều so với mức độ bao phủ vài nghìn phút vuông (1 phút = 0,3m) của công nghệ Wi-Fi . WiMAX có thể làm cho truy nhập Internet tốc độ cao trở nên phổ biến hơn nhiều thông qua việc cung cấp dịch vụ kết nối vô tuyến đến các khu vực còn chưa có cơ sở hạ tầng dây dẫn, đặc biệt là các vùng nông thôn. Tên gọi WiMAX bao hàm công nghệ Điều khiển Truy nhập Truyền thông đa phương tiện và cả các tầng vật lý trong các hệ thống sử dụng kiến trúc Point-to-Multipoint (Truyền từ một trạm đến nhiều trạm - PMP). Theo dự báo của Công ty chuyên nghiên cứu thị trường công nghệ cao, In-Stat, thì đến năm 2009 sẽ có khoảng 3% tổng số các nhà thuê bao băng thông rộng, hay 8,5 triệu thuê bao trên toàn Thế giới sẽ sử dụng các dịch vụ truy cập vô tuyến băng thông rộng sử dụng công nghệ WiMAX. Trong số đó, có gần 4,5 triệu nhà thuê bao vô tuyến băng thông rộng sẽ thuê bao cả các dịch vụ truy cập bằng giọng nói dựa trên cơ sở WiMAX.

Trong thế hệ mới, với sự xuất hiện của các hệ thống truyền dẫn tốc độ cao từ 2,5-10 tỷ bít/giây, các nhà kỹ thuật viễn thông Thế giới đang cố gắng hợp nhất 2 tiêu chuẩn của Mỹ và Châu Âu cùng tồn tại song song bằng chuẩn SONET (Synchronous Optical Network-mạng cáp quang đồng bộ) cho hệ thống 150 triệu bít/giây. Kỹ thuật SONET và SDH (Synchronous Digital Hierachy-Mạng số cấu trúc đồng bộ) kể từ giữa thập niên 90 trở đi trở thành tiêu chuẩn truyền dẫn trên toàn Thế giới đối với các Siêu lộ cao tốc thông tin điện tử, bởi vì qua các kênh SDH/SONET người ta có thể truyền đi các số liệu của mạng B-ISDN.

Nhờ công nghệ viễn thông Vũ trụ, với các các mạng thông tin di động toàn cầu như IRIDIUM, GLOBALSTAR, ODYSSEY, ELLIPSO, SKY-BRIDGE, thông qua một hệ thống các vệ tinh quỹ đạo tầm thấp phủ quanh Trái đất (trong khoảng 1.000-10.000km), mà thông tin di động đang có những bước đi đầy hứa hẹn ở đầu Thế kỷ XXI.

Đột phá công nghệ thứ mười - các siêu lộ cao tốc thông tin: những con đường tiến vào xã hội thông tin ở Thế kỷ XXI mà điển hình nhất là mạng thông tin toàn cầu INTERNET. Nhờ công nghệ viễn thông Vũ trụ, thực chất là công nghệ không gian và những tiền đề do các đột phá mới nhất trong công nghệ thông tin tạo ra gần đây, mà ý tưởng xây dựng các Siêu lộ cao tốc thông tin, hay còn được gọi là các xa lộ thông tin điện tử, đang dần được hiện thực hoá. Ngoài việc sử dụng các mạng cáp quang rải ngầm dưới đáy các đại dương và trên đất liền, các Siêu lộ cao tốc thông tin này dựa trên việc xây dựng các hệ thống thông tin viễn thông di động toàn cầu. Như nêu ở trên, đây là các hệ thống vệ tinh viễn thông dựa trên một tập hợp các vệ tinh di động trên nhiều mặt phẳng quỹ đạo e-líp hoặc dẹt và tròn hoạt động ở tầm thấp hơn (trên dưới 10.000km) so với hệ thống thông tin vệ tinh Quốc tế do hai tổ chức INTELSAT và INTERSPUNIK đảm nhiệm, hiện đang hoạt động tại quỹ đạo địa tĩnh ở độ cao khoảng 36.000km so với Trái đất.

Với số lượng các vệ tinh được phân bố hợp lý trên quỹ đạo và nhờ các luồng thu-phát sóng di động giữa các vệ tinh bảo đảm quét liên tục trên bề mặt Trái đất, nên các cuộc đàm thoại và trao đổi dữ liệu không bị gián đoạn giữa các điểm bất kỳ trên bề mặt Trái đất. Các vệ tinh này thu nhận thông tin trong các cuộc trao đổi dữ liệu từ Mặt đất và "*truyền cho nhau*" trực tiếp trong Vũ trụ hoặc qua các trạm cửa ngõ để truyền đến điểm cần thiết bất kỳ trên bề mặt Trái đất, đồng thời có thể nối mạng qua các trạm cửa ngõ hay trực tiếp với máy điện thoại di động cá nhân cầm tay, hoặc máy vi tính. Nhờ một phần cơ sở hạ tầng của hệ thống này nằm ngay trên hệ thống các vệ tinh viễn thông di động, nên các vệ tinh không chỉ làm nhiệm vụ chuyển tiếp các tín hiệu, mà còn phân loại và tìm cách đưa các tín hiệu đó đến các điểm thuê bao cần thiết tại các vùng và các khu vực khác nhau trên Trái đất.

Như vậy, vào những năm cuối cùng của Thế kỷ XX, nhờ các thành tựu kỳ diệu của KHCN mới, những tiền đề để bước vào kỷ nguyên thông tin

trong một Thế giới tương tác thông tin với các Siêu lộ cao tốc thông tin toàn cầu đã được chuẩn bị xong về căn bản. Qua các Siêu lộ này, thông tin thuộc tất cả các dạng thức (âm thoại, hình ảnh tĩnh, động, văn bản, âm thanh...) sẽ được hợp nhất trên cơ sở một hạ tầng thông tin hết sức hiện đại, đặt trên Mặt đất, dưới đại dương và trong Vũ trụ, liên kết và nối liền các mạng phát thanh, truyền hình, điện thoại, thông tin và máy tính của các nước, nối liền các xí nghiệp, các cơ quan, bệnh viện, các nơi vui chơi giải trí với gia đình nhằm mục đích chuyển giao, chia sẻ thông tin giữa con người, các đơn vị sản xuất xã hội và giữa các Quốc gia trên quy mô toàn cầu, góp phần thúc đẩy mạnh mẽ quá trình toàn cầu hoá về kinh tế, khoa học và công nghệ...

Dưới sự tác động mạnh mẽ của cuộc cách mạng KHCN hiện đại, những giai đoạn quá độ căn bản của xã hội công nghiệp lên xã hội thông tin đang diễn ra với nhịp độ nhanh chóng. Nếu trước đây, loài người phải mất hơn 17 Thế kỷ để chấm dứt xã hội nông nghiệp, khoảng 200 năm để chuyển lên xã hội công nghiệp, thì ngày nay các đột phá về KHCN mới đã cho phép chỉ trong vòng chưa đầy 30 năm, con người có thể bước vào một xã hội thông tin đầy hứa hẹn, nhưng cũng đầy lo âu và bất trắc với các sự kiện đang diễn ra qua các giai đoạn như sau:

1) *Giai đoạn chuẩn bị* - Trước năm 1984;

2) *Giai đoạn hình thành* - Trong khoảng những năm 1984 - 1988;

3) *Giai đoạn chuyển dịch* - Trong khoảng những năm 1988 - 1994;

4) *Giai đoạn ứng dụng* - Trong khoảng những năm 1994 - 2010;

5) *Kỷ nguyên thông tin* - Bắt đầu từ năm 2010 trở đi.

Đây vừa là thời cơ, đồng thời cũng là nguy cơ, bởi vì nếu không nắm bắt được những hướng đi và xu thế phát triển, biết cách tận dụng triệt để và có hiệu quả những thành quả của cuộc cách mạng KHCN hiện đại, cũng như nếu không có các đường lối và đối sách kịp thời và có căn cứ thật sự khoa học đối với những diễn biến có tính bột phát của cuộc cách mạng này để hạn chế những tác động tiêu cực của nó, thì nguy cơ bị lạc hướng và tụt hậu để mãi mãi là nước chậm phát triển sẽ là điều không thể tránh khỏi đối với các nước đang phát triển. Điều này sẽ diễn ra rất nhanh chóng, bởi vì nhịp độ phát triển của cuộc cách mạng khoa học công nghệ hiện đại diễn ra ngày nay với nhịp độ nhanh hơn rất nhiều so với bất kỳ cuộc cách mạng nào trước đây trong lĩnh vực khoa học công nghệ.

5. Công nghệ vật liệu

Khởi điểm của mọi cuộc đột phá về kỹ thuật và công nghệ trong các thập kỷ cuối cùng của Thế kỷ XX là việc triển khai những vật liệu mới có các tính năng đặc biệt như si-lic cho công nghệ chế tạo vi mạch máy tính, sợi quang dẫn cho ngành quang điện tử và viễn thông, các vật liệu gốm cho kỹ thuật nhiệt độ cao, các vật liệu composite, các tinh thể áp điện, các hợp kim nhớ hình cho ngành hàng không-Vũ trụ, ô tô,...

Những vật liệu mới mang tính chất chiến lược đối với sự phát triển của nền kinh tế và của xã hội sẽ được ưu tiên phát triển là:

Các vật liệu kết cấu (Composite) ngày càng được sử dụng rộng rãi trong các ngành xây dựng, hoá chất, giao thông vận tải, kỹ thuật trên biển và ngoài khơi, thể thao và giải trí, môi trường, công nghệ sinh học...

Các vật liệu gốm trong 20 năm tới, với các tính chất như có độ cứng cao, chống ăn mòn, có khả năng thay ghép dùng trong y-sinh học, các loại gốm đặc biệt sẽ được sử dụng trong lĩnh vực nhiệt độ cao (trong các động cơ và tuabin của các ngành công nghiệp ô tô, hàng không - Vũ trụ và kỹ thuật-công trình), cũng như lĩnh vực nhiệt độ thấp và các lĩnh vực y-sinh;

Các vật liệu điện tử trong tương lai gần, vật liệu si-lic hiện bá chủ trong công nghiệp điện tử có thể sẽ được thay thế bằng các vật liệu nằm trong khoảng từ nhóm II đến nhóm V của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học của Menđeleép (như Beryllium, Gallium, Germanium, Lithium, Nobium, Tantal, Zirconium và các nguyên tố đất hiếm...);

Các vật liệu siêu dẫn là những vật liệu ở một nhiệt độ giới hạn nào đó sẽ trở nên dẫn điện một cách *"siêu việt"* do bị mất hoàn toàn điện trở. Từ khi được nhà vật lý người Hà Lan, H.K.Onnes (Ônnơ), phát hiện tính siêu dẫn vào năm 1911 ở thuỷ ngân với nhiệt độ giới hạn khoảng 4 độ K (K= -273 là độ âm tuyệt đối), cho tới nay, *"hàng rào nhiệt độ"*

không ngừng được nâng lên (năm 1973 là 23,3 độ K, năm 1986 là 35 độ K, năm 1987 là 90 độ K, năm 1988 là 105 độ K, 125 độ K và hiện nay là 133 độ K) với cuộc đua tranh hạ thấp hàng rào này cho tới nhiệt độ bình thường trong phòng đang diễn ra từng ngày từng giờ.

Đầu Thế kỷ XXI, hy vọng có thể tạo ra các vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ bình thường (trong phòng), các chất siêu dẫn sẽ được ứng dụng mạnh mẽ hơn trong các lĩnh vực như điện kỹ thuật (tích trữ điện năng trong các bô-bin không có điện trở, tải điện trên các dây siêu dẫn), trong giao thông vận tải (chế tạo các con tầu chạy trên các đệm từ tính làm bằng chất siêu dẫn), trong vi điện tử (chế tạo các máy tính điện tử siêu tốc cỡ một nghìn nghìn tỷ phép tính/giây), trên các vi mạch (chíp siêu dẫn) và trong y, sinh học (chế tạo các thiết bị cảm biến cực nhạy thu nhận các tia hồng ngoại và đo các từ trường cực yếu trong các máy quét sử dụng các thiết bị giao thoa siêu dẫn lượng tử (SQUIDs-Superconducting Quantum Interference Devices).

Những thành quả mà cuộc cách mạng KHCN hiện đại đang diễn ra trong lĩnh vực vật liệu mang lại là cực kỳ to lớn và không thể lường hết trong thời gian tới đây.

6. Công nghệ sinh học

Cùng với công nghệ thông tin và công nghệ vật liệu mới, sự phát triển mạnh mẽ của sinh học phân tử và di truyền học phân tử - trên cơ sở các khám phá của các nhà khoa học trường Đại học Tổng hợp Cambridge, Anh là James Watson (Giêm Oatsơn) và Francis Crich (Phrancisơ Cơrich) từ 1953 về cấu trúc xoắn ốc của ADN - phân tử mang thông tin di truyền, mang các gen điều khiển mọi hoạt động của tế bào, mang lại cho con người khả năng làm chủ và điều khiển được các vật thể sống đã trở thành tiền đề xuất hiện *công nghệ sinh học*.

Mục đích cơ bản của công nghệ sinh học là sử dụng các đối tượng vi sinh vật, vi-rút, tế bào động - thực vật để tạo ra các sản phẩm mong muốn, phục vụ lợi ích của con người thông qua các quy trình công nghệ thuộc 4 lĩnh vực sau: *1) Công nghệ gen; 2) Công nghệ tế bào; 3) Công nghệ vi sinh; 4) Công nghệ enzym.*

Với 4 công nghệ nêu trên, công nghệ sinh học phát triển theo các hướng: 1) *Cách mạng xanh* trên cơ sở công nghệ sinh học, trong đó vai trò đặc biệt quan trọng thuộc về các kỹ thuật mới của công nghệ sinh học như kỹ thuật nuôi cấy mô trong ống nghiệm và trong cơ thể sống để sản xuất cây giống, cây lai trên quy mô công nghiệp; 2) *Công xưởng sinh học* trên cơ sở 4 lĩnh vực công nghệ sinh học nêu trên, sản xuất các dược phẩm như Insulin, Interferon; cũng như nâng cao giá trị của các chất phế thải công-nông nghiệp trong công nghiệp xử lý chất thải, sản xuất các loại vắc-xin, hoạt chất sinh học (các loại kháng sinh, axit hữu cơ ...) sử dụng trong chăn nuôi và các loại thuốc trừ sâu dùng trong trồng trọt; 3) *Chọn lọc nhân tạo sẽ thay thế chọn lọc tự nhiên* trên cơ sở giải mã di truyền, thay đổi hệ gen, cấy chuyển gen, tổng hợp gen ... Nhờ kỹ thuật tái tổ hợp ADN, có thể loại bỏ những đặc điểm, tính trạng không mong muốn trong quá trình lai và chọn giống; 4) *Điện tử sinh học* trên cơ sở sử dụng các vật liệu sinh học và các quy trình sinh học (các enzym hay các cơ thể vi sinh vật) vào việc chế tạo các mạch điện tử sinh học cỡ nanômét, cũng như các thiết bị sinh học cực nhỏ cho phép chuyển đổi các phản ứng hoá học thành các xung điện tử. Hiện nay, Mỹ (từ năm 1943) và Nhật Bản (từ năm 1960) là hai nước đi đầu trong việc nghiên cứu về *"Sinh-Điện tử"* ở mức phân tử, đây là một ngành chuyên nghiên cứu về việc sử dụng các phân tử hữu cơ với tính cách là các hệ thống có tổ chức, có khả năng thực hiện một số phép tính xử lý tín hiệu. Nhờ các phương pháp tổng hợp hữu cơ, người ta có thể tạo nên một phân tử tuỳ theo mục đích sử dụng với cấu trúc hoá học *"tuỳ ý"* nhằm đạt được những đặc tính nhất định về điện, quang và từ.

Mục tiêu của lĩnh vực *"Sinh-Điện tử"* là mô phỏng sự chuyển rời của các điện tử ở mức phân tử nhằm chế tạo ra các tinh thể sinh học và các thiết bị cảm biến điện-sinh học... để từ đó tạo ra các hệ thống xử lý tin học có thể dùng trong các người máy (rô-bốt) và các máy tính thông minh để bắt chước một số cơ chế của bộ não và hệ thần kinh trung ương con người. Trong tương lai không xa, các mạch (chíp) sinh học sẽ thay thế các mạch si-líc trong thế hệ máy tính biết tư duy với tốc độ xử lý và sức mạnh tính toán tăng lên nhiều hơn nữa, góp phần giải mã và điều khiển các cơ chế cơ bản của sự sống. Vào Thế kỷ XXI, sự kết hợp giữa công nghệ sinh học và công nghệ thông tin sẽ tạo nên cái mà nhà tương lai học người Mỹ Alvin Tophler (An-vin Tôphlơ) gọi là *"làn sóng thứ tư"*, trong đó những máy tính vi sinh

học sẽ được chế tạo trên cơ sở những thành tựu của ngành sinh-điện tử học.

Ý tưởng về các chip sinh học không phải là mới. Đó là thành quả của hai khám phá cách đây hơn 50 năm. Thực vậy, công trình nghiên cứu của James Watson và Francis Crick - Giải Nobel vật lý năm 1962 - được thực hiện năm 1953. Năm đó, hai nhà nghiên cứu đã khám phá ra rằng ADN, phân tử xác định di sản gen, được cấu tạo từ hai nhánh song song và xoắn quanh chính nó, giống như chiếc thang xoắn, mỗi nhánh gắn với nhánh kia một cách đối xứng. Thời kỳ đó, chip điện tử được sử dụng cho các đài thu thanh bán dẫn. Sau này, Stephen Fodor, Nhà sinh vật học ở Princeton (Mỹ), đã đưa ra ý tưởng khá đơn giản nhưng mang tính định hướng lớn: Vì mỗi đoạn ADN được cấu thành từ các chuỗi mật mã đối xứng kép, nên chỉ cần đặt một chuỗi trong số các chuỗi mật mã lên một con chip, khi đó con chip sẽ nhận ra chuỗi đối xứng với chuỗi đặt trên nó và nó sẽ phát ra một thông điệp dạng tín hiệu huỳnh quang và máy tính sẽ thu tín hiệu này. Đó là sự kết hợp huyền diệu của các công nghệ: biến phản ứng sinh học thành tín hiệu điện tử. Cuối những năm 90, hy vọng về sự kết hợp huyền diệu này đã trở nên lớn hơn bao giờ hết, do sự xuất hiện của Dự án Bộ gen người (Human Genome Project), nhằm giải mã gen người.

Sự kết hợp của điện tử và sinh học trong một con chip sinh học (biochip hay còn gọi là chip ADN) có thể sẽ làm nên một cuộc cách mạng trong những lĩnh vực đa dạng như y học, thực phẩm và quốc phòng. Tuy nhiên, sẽ có sự cạnh tranh quyết liệt và những lo ngại về vấn đề đạo đức. Sự kết hợp kỳ diệu này sắp làm đảo lộn ngành công nghệ sinh học và thay đổi cuộc sống của chúng ta. Nhiều chuyên gia tin rằng trong vòng 10 năm tới, bước tiến lớn của các chip sinh học sẽ mở ra một thị trường hơn 10 tỷ USD. Các tập đoàn điện tử - tin học lớn, như Hewlett-Packard (HP), Motorola, IBM... đã bắt cầu nghiên cứu chip sinh học.

Sự kỳ diệu trước hết là trong lĩnh vực y học, nhờ những công cụ như chip sinh học, các bác sĩ sẽ đạt được những chẩn đoán chính xác và trong thời gian nhanh kỷ lục. Các nhà nghiên cứu tách các đoạn gen của căn bệnh đang tìm, sau đó họ đặt các đoạn gen này lên một tấm silic (chip). Khi nhỏ một giọt mẫu máu lên con chip, các đoạn gen tiếp xúc với gen tương ứng với nó trong mẫu máu. Nếu con chip phát ra thông điệp huỳnh quang và truyền đến máy tính là lúc bệnh được phát hiện đúng. Các chuyên gia của Khoa Sinh học Phân tử thuộc trường Đại học Duke (Bắc Carolina) cho biết rằng có thể trong 5 năm nữa, chỉ với một con chip sinh học khi cho tiếp xúc với mẫu máu của một bệnh nhân cũng đủ để bác sĩ biết được hồ sơ gen của bệnh nhân trong vòng dưới 10 phút, và có thể quyết định nhanh chóng phương pháp điều trị nào phù hợp áp dụng cho bệnh nhân.

Hiện nay rất nhiều công ty đã đề nghị các cá nhân thiết lập hồ sơ gen của họ chỉ với từ 300 đến 500 USD. Công ty Decode Genetics của Ai-Len đã nhận dạng và lưu trữ ở môi trường lạnh các gen liên quan đến khoảng 20 căn bệnh, trong đó có bệnh tâm thần phân liệt. Còn ở Pháp, Viện Biomerieux lại nhằm vào các gen liên quan đến ung thư. Là phương tiện hữu hiệu phát hiện bệnh, các chip sinh học cũng có nhiều hứa hẹn trong lĩnh vực an toàn thực phẩm. Bởi vì ngày nay người ta đã biết rõ các gen của các loại thức ăn. Affymetrix ở California (Mỹ) là doanh nghiệp đầu tiên dùng chip sinh học để kiểm soát thành phần thức ăn, chẳng hạn như phát hiện thịt bò điên. Công ty này còn phối hợp với Biomerieux để tạo ra các chip sinh học có khả năng phát hiện thành phần thực phẩm có trong hơn 30 loài động vật có xương sống. Các chip này cũng có thể xác định sự hiện diện của các sản phẩm tuỳ theo lớp (động vật có vú, chim và cá) hoặc loài (bò, gà, cừu, lợn, cá hồi...). Không dừng lại ở đó, chip sinh học còn cho biết quá khứ của lương thực hoặc thực phẩm. Loại chip sinh học có tên Food Expert ID-FID còn cho phép kiểm chứng rằng thịt của động vật nhai lại không chứa một thành phần nào từ các động vật khác, hoặc chỉ qua một hạt gạo, loại chip này thậm chí còn cho biết liệu giống lúa tạo ra hạt gạo đó có biến đổi gen hay không.

Trong một lĩnh vực áp dụng khác, Công ty Direction Surromed, chuyên sản xuất các chip sinh học truyền thống, đã mở rộng nghiên cứu chip sinh học dành cho thị trường tiềm năng: dùng chip sinh học để phát hiện hàng giả. Công ty này đang tạo ra một loại chip sinh học biết phân biệt các túi xách là thật hay giả, theo yêu cầu của một hãng thời trang cao cấp. Loại túi xách này nếu là hàng thật thì được làm bằng da của một loài bò rất đặc trưng mà mã gen của nó hơi khác so với các loài bò khác. Khi cài mã gen này lên một con chip và so sánh với mã gen

trên các túi xách khả nghi là giả (vì được làm từ các da bò khác nên có mã gen khác) là nhân viên hải quan có thể biết túi sách là giả hay thật.

Không chỉ các công ty tư nhân mà cả các Chính phủ cũng quan tâm đến ứng dụng của các chip sinh học. Phòng thí nghiệm Lawrence Livermore Laboratory, được xây dựng từ năm 1952 và là một địa điểm bí mật với hàng nghìn nhà khoa học làm việc, đang hoàn thiện một giải pháp chip sinh học chống lại bệnh than. Thực ra thứ bột trắng gây bệnh than, nỗi ám ảnh của các viên chức và Quốc hội Mỹ sau vụ 11/9, là một loại enzyme có thể được phát hiện nhờ một loại chip sinh học phù hợp. Cuối năm 2003, Lầu Năm Góc đã chi hơn 2 triệu USD cho một nhóm nhà khoa học của trường Đại học Virginia Commonwealth, nhằm nghiên cứu dự án gắn các các chip sinh học và máy thu mini lên da của những người lính tình nguyện trước khi ra trận, để giúp người chỉ huy không chỉ biết được tình trạng sức khoẻ mà còn cả sơ đồ gen, khối lượng các kháng thể của những người lính đó. Điều này rất có ích không chỉ đối với người chỉ huy khi ra quyết định mà còn thuận lợi cả cho các bác sĩ phẫu thuật khi họ buộc phải mổ khẩn cấp cho một chiến sĩ bị thương. Một ứng dụng khác cũng được dự kiến: những người lính bị lạc giữa sa mạc hoặc trong một khu vực lạ có thể tự kiểm tra độ an toàn của nước uống hoặc thức ăn tại chỗ. Trong lĩnh vực nghiên cứu Vũ trụ, NASA đang kết hợp với trường Đại học Virginia nghiên cứu và trang bị cho các nhà du hành Vũ trụ các chip sinh học nhằm giúp Nhóm kiểm soát (đặt ở Houston) kiểm soát tình trạng sức khoẻ, như tỷ lệ đường trong máu (glucô) của các nhà du hành đang làm nhiệm vụ. Tại Pháp, hoạt động liên quan đến chip sinh học của Uỷ ban Năng lượng Nguyên tử có thể tạo ra 10.000 chip ADN mỗi năm. Ngân hàng gen người của cơ quan này hiện lưu khoảng 25.000 mẫu gen.

Công ty Affymetrix đang lưu trữ trong các tủ lạnh lớn các bộ dò ADN tái tạo (mỗi chip sinh học chứa vài nghìn bộ dò), các đoạn gen được lưu trữ và dùng để xác định các bệnh hoặc đơn giản là xác định tỷ lệ glucô. Các nhân viên của hãng này thường xuyên lấy hàng nghìn đoạn gen của những khách hàng đăng ký, để đặt lên các tấm thuỷ tinh có các chip sinh học kích thước 1cm x1cm nhờ những rôbốt được điều khiển từ xa. Hàng năm Affymetrix bán vài trăm nghìn chip sinh học và có không dưới 70 phát minh sáng chế trong lĩnh vực này. Công ty có tên trên thị trường chứng khoán này đang được ví như Intel trong lĩnh vực chip sinh học. Nhưng công ty tiên phong này đã bắt đầu có những đối thủ, như Abag của Pháp. Tại Trung Quốc, có hàng trăm dự án được sự hỗ trợ ban đầu của Chính phủ, ước tính vài chục triệu USD, đang nỗ lực để tư nhân hoá. Ngoài ra còn phải tính đến các tập đoàn lớn như: Genegal Electric, Motorola, IBM, Texas Instrument, Corning, Hitachi (đã tham gia xây dựng Trung tâm LifeCenter khổng lồ ở Hồng Kông) và Philip. Nhưng đáng kể nhất trong số đó là Agilent, trong vòng vài tháng công ty này đã vươn lên vị trí thứ 2 trong ngành. Với gần 150.000 nhân viên, công ty này dành hơn 1 tỷ USD cho nghiên cứu, trong đó chủ yếu là chip sinh học. Tất cả đang chờ đợi sẵn sàng cho một cuộc cạnh tranh mới. Hiện nay giá của các chip sinh học vẫn rất đắt, đôi khi lên tới vài chục USD/đơn vị, thậm chí loại chip của Affymetrix vượt mức 200 USD/đơn vị, không phải dành cho đại chúng. Để giá có thể giảm thì không còn cách nào khác là thay đổi phương thức sản xuất để tạo ra nhiều chip sinh học hơn.

Tuy nhiên, ngay cả khi trở nên rẻ hơn, thì các chip này còn phải được thật sự đáng tin cậy, bởi việc sử dụng các đoạn ADN sẽ kéo theo những vấn đề đạo đức. Sự tiết lộ bí mật, xuyên tạc thông tin cá nhân là vấn đề đáng lo ngại nhất. Làm sao kiểm soát những cơ sở dữ liệu khổng lồ chứa hàng tỷ thông tin về đa dạng gen? Tại Anh, UK Biobank đã thu thập các mẫu ADN từ 500.000 người tình nguyện. Tại Canada, người ta đang tranh cãi về sự xuất hiện của Cartagene, một dự án gen lớn tập hợp các bệnh mà những dữ liệu sẽ được trao đổi cả trong khu vực tư nhân. Còn tại Estonia người ta đang tạo ra một ngân hàng gen không chỉ của các bệnh nhân mà toàn bộ người dân trong nước. Sự kết hợp gen với điện tử không dừng lại ở đó. Weizmann Institute, một viện nghiên cứu ở Ixraen, mới tạo ra được một loại máy tính ADN đầu tiên. Nhỏ hơn máy tính truyền thống, loại máy tính ADN này, có thể sẽ rẻ hơn khi được sản xuất hàng loạt. Các dữ liệu được khai thác bởi máy tính này được thể hiện dưới dạng alpha gen gồm 4 mã A,T,C,G (lần lượt là *Adenin, Cytosin, Thymin* và *Guanin)* thay dạng dãy số nhị phân (0,1) như ở máy tính thông thường.

Theo các chuyên gia về chip sinh học và các vấn đề đạo đức, sau nhiều năm nghiên cứu và phát triển trong yên lặng, các công ty, các phòng thí nghiệm và các trung tâm nghiên cứu về lĩnh vực này trên toàn Thế giới sắp tạo nên một kỷ nguyên mới của các chip sinh học, có thể thay đổi sâu sắc cuộc sống của chúng ta. Nhưng bên cạnh đó sẽ là những vấn đề về quản lý thông tin và đạo đức mà hậu quả có thể không lường hết được.

7. Công nghệ chế tạo hiện đại

Dưới tác động của cuộc Cách mạng khoa học Công nghệ hiện đại, vào cuối Thế kỷ XX, nền sản xuất mới dựa trên ngành điện tử học (New Eletronics-Based Production) và công nghệ thông tin đã xuất hiện với các kỹ thuật sản xuất mới có tính then chốt ngày càng nhiều sau đây:

CIM (Computer Integrated Manufacturing) - Sản xuất tích hợp trên cơ sở máy tính điện tử. Việc vận dụng CIM vào sản xuất cho phép bảo đảm chất lượng sản phẩm, đồng thời tiết kiệm về tổng thể các nguồn lực, chẳng hạn tiết kiệm các chi phí thiết kế tới 15-30%, tăng chất lượng sản phẩm lên 2-5 lần, hiệu suất vốn lên 2-3 lần, năng suất lao động từ 40 - 70%, giảm bớt số người làm việc xuống 30-60%.

NCMT (Numerically Controlled Machine Tools) - Máy công cụ điều khiển bằng số và CNC (Computer Numerical Control). Máy điều khiển chương trình số được phát triển từ đầu thập niên 50 và là một trong những thành tố quan trọng nhất của tự động hoá điện tử đối với nền sản xuất xã hội ở các nước tư bản chủ nghĩa phát triển và đây là những loại thiết bị chủ yếu của sản xuất tự động hoá. Vào cuối Thế kỷ XX (năm 1999), đã có tới 10 nước hàng đầu Thế giới về chế tạo xuất khẩu CNC. Đó là Mỹ - 263 tỷ USD, Nhật Bản - 161 tỷ, Đức - 139 tỷ, Anh - 104 tỷ, Pháp - 87 tỷ, Singapo - 74 tỷ, Hà Lan - 56 tỷ, Trung Quốc - 54 tỷ, Hàn Quốc - 54 tỷ và Malaixia - 51 tỷ USD.

Industrial Robots - Các người máy công nghiệp. Là phương tiện kỹ thuật quan trọng của giai đoạn tự động hoá hiện nay, được sử dụng chủ yếu trong các công đoạn sản xuất như hàn, đổ khuôn dưới áp lực, sơn, gia công cơ khí; hay trong khai thác dầu khí, trong y tế. Trong thập niên 80 (1981-1990), giá trị sản xuất hàng năm của Thế giới về người máy công nghiệp đã tăng từ 1 đến 5 tỷ USD, trong đó Nhật Bản chiếm hơn 50%, Mỹ 13-15%, còn phần của các nước Tây Âu cũng xấp xỉ Mỹ. Nếu năm 1989, trong tổng số 385.767 người máy công nghiệp của Thế giới, Nhật Bản có 219.700 người máy công nghiệp, Mỹ có 37.000, Tây Âu là 54.173; thì vào năm 1995, trong tổng số 700.000 người máy công nghiệp trên Thế giới, Nhật Bản có 411.000, Mỹ có 62.000, Tây Âu-125.000 người máy công nghiệp. Những thế hệ người máy tới đây sẽ được phát triển theo hướng tăng thêm những khả năng kỹ thuật của người máy nhờ những thiết bị đặc biệt, tương tự các bộ phận giác quan của con người, nâng cao tốc độ làm việc, nâng cao khả năng bốc xếp, độ định vị chính xác, vi tiểu hình hoá để sử dụng trong y học... Các người máy này là bộ phận hợp thành chương trình hiện đại hoá toàn bộ nền sản xuất, trước hết là nhằm tạo ra các ngành sản xuất tự động hoá linh hoạt và tiếp đó là tạo ra các xí nghiệp làm việc theo *"chế độ không có người"*.

Hiện nay, theo Ủy ban Kinh tế của Liên minh Châu Âu (UNECE), ngành công nghiệp rôbốt đang phát triển bùng nổ: ở quy mô toàn cầu tăng 20% trong năm 2004, Châu Á tăng 43% (chủ yếu ở Nhật Bản và Trung Quốc), Bắc Mỹ tăng 23%, tuy nhiên châu Âu chỉ tăng 5%. Số lượng rôbốt sử dụng trong ngành công nghiệp của Thế giới đạt mức kỷ lục: đến cuối năm 2003 là 800.722 rôbốt.

Theo UNECE, nguyên nhân là do giá rôbốt giảm (từ 1990 đến 2004, giá rôbốt đã giảm 46%) trong khi chi phí nhân công lao động tăng (chi phí bình quân một nhân công trong khu vực tư nhân ở các nước thuộc OECD đã tăng 100% trong giai đoạn 1990-2004). Ngoài ra, các rôbốt còn được cải tiến không ngừng, với cùng một công suất thì rôbốt năm 2004 giá chưa bằng một phần tư giá rôbốt năm 1990.

Nhật Bản vẫn luôn luôn là Quốc gia sử dụng nhiều rôbốt nhất Thế giới với 322 máy trên 10.000 nhân công làm việc trong ngành công nghiệp chế tạo; sau đó là Đức (148), Hàn Quốc (138), Italia (116), Thụy Sĩ (99) và Pháp (71). Ngành công nghiệp của Mỹ, với 63 máy trên 10.000 nhân công, vẫn là Quốc gia có tỷ lệ rôbốt thấp hơn nhiều so với Liên minh Châu Âu (93). Một điều mới là rôbốt không chỉ dành riêng để phục vụ cho ngành công nghiệp ôtô: năm 2004, ngành công nghiệp khác ngoài ngành công nghiệp ôtô của Thế giới đã gia

tăng sử dụng rôbốt 42%, so với sự gia tăng của các Nhà máy lắp ráp ôtô chỉ là 1% và của các thiết bị ôtô là 19%.

FMS (Flexible Manufacturing System) - Hệ thống sản xuất linh hoạt. Là một trong những thành tố của *"xí nghiệp tương lai"*. Các hệ thống này bao gồm các CNC, các người máy công nghiệp, các thiết bị kiểm soát-đo lường, các thiết bị tích luỹ-vận chuyển, hệ thống điều khiển thống nhất bằng máy điện toán thực hiện sự điều phối tất cả các khối chức năng của FMS, điều khiển tập trung các máy công cụ và các thiết bị khác nhau. Việc sử dụng FMS đã mang lại hiệu quả kinh tế to lớn.

CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) - thiết kế hay chế tạo bằng máy tính điện tử. Cùng với CNC, đây là một trong những yếu tố then chốt của tự động hoá sản xuất, được áp dụng trong các lĩnh vực như chế tạo máy, trước hết là trong các ngành hàng không, tên lửa Vũ trụ, ô tô và điện tử, cũng như trong sản xuất các kỹ thuật gia dụng. Nếu vào đầu thập niên 80, trong ngành chế tạo máy của Mỹ sử dụng gần 3.000 hệ thống CAD/CAM thì vào năm 1985 con số này đã lên tới 13.000 hệ thống. Vào giữa thập niên 90, con số này tăng lên gấp 10 lần so với 1985. Việc sử dụng trên thực tế CAD/CAM được tiến hành thông qua các trạm công tác (Work Station), là những chỗ làm việc được trang bị máy tính điện tử cho phép giải quyết một tổ hợp lớn các bài toán sản xuất.

8. Công nghệ năng lượng mới

Vào giữa Thế kỷ XXI, dân số Thế giới sẽ tăng gấp đôi và nhu cầu năng lượng sẽ tăng gấp 3. Việc tiếp tục sử dụng nhiên liệu hoá thạch (than, dầu mỏ và khí đốt thiên nhiên) để đẩy mạnh công nghiệp hoá và tăng trưởng kinh tế ở các nước trên Thế giới, nhất là ở các nước đang phát triển sẽ làm cạn kiệt nhanh chóng những nguồn tài nguyên thiên nhiên có hạn này.

Theo sự đánh giá của các nhà khoa học, với mức tiêu dùng năng lượng như hiện nay, dầu mỏ và khí đốt thiên nhiên chỉ đủ cung cấp cho 50-100 năm nữa, còn than đá cũng chỉ đủ dùng cho vài trăm năm nữa. Như vậy, toàn thể nhân loại đang bị đặt trước nguy cơ không còn năng lượng hoá thạch để sử dụng vào giữa thiên niên kỷ tới.

Mặc dù các nguồn năng lượng tái tạo được và năng lượng mặt trời sẽ đóng vai trò quan trọng trong lương lai tới đây, nhưng do bị hạn chế về mặt địa lý, lệ thuộc vào thời tiết và khí hậu, chúng ta vẫn chưa thể đáp ứng được đầy đủ các nhu cầu năng lượng của một Thế giới công nghiệp hoá và đông dân số.

May thay, sự xuất hiện đúng lúc của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba đã mang lại niềm hy vọng cho loài người về một nguồn năng lượng vô tận - năng lượng nguyên tử với hai phương thức chế tạo khác hẳn nhau về nguyên tắc, phản ánh hai giai đoạn phát triển của cuộc cách mạng công nghiệp lần này. *Đó là năng lượng phân hạch hạt nhân nguyên tử đặc trưng cho cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật và năng lượng tổng hợp nhiệt hạch, đặc trưng cho cuộc cách mạng khoa học công nghệ hiện đại.*

Hai nguyên tắc sản xuất năng lượng hạt nhân này đồng thời cũng phản ánh 2 tiêu chí đặc trưng về năng lượng để phân biệt hai cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật và khoa học công nghệ hiện đại đã nêu ở trên:

Theo nguyên tắc **Phân hạch hạt nhân (Nuclear Fission)** *thì một quá trình hạt nhân, trong đó một hạt nhân nặng bị tách thành 2 hạt nhân nhẹ hơn.* Trong phản ứng phân hạch hạt nhân, nguyên tố Urani được sử dụng làm nguyên liệu chính để sản xuất năng lượng do nó dễ dàng bị phân rã và giải phóng ra một lượng lớn năng lượng bởi sự bắn phá bằng các nơtron khác và các nơtron này lại được sử dụng tiếp tục để làm phân rã hạt nhân nguyên tử Urani khác nữa. Hiện tượng này được gọi là *phản ứng dây chuyền.*

Ở trạng thái tự nhiên, chỉ có 2 nguyên tử có hạt nhân có khả năng phân hạch, đó là Thori và Urani. Nhưng trên thực tế, chỉ có Urani tự nhiên là nguyên tố duy nhất tương đối dồi dào trên Trái đất. Tuy nhiên, trong nguyên tố này lại hoá trộn tới 3 đồng vị, gồm:

- 99,28% Urani 238 (có 92 prôtôn, 146 nơtron và 92 êlêctron) ***không có tính phóng xạ;***

- 0,71% Urani 235 (có 92 prôtôn, 143 nơtron và 92 êlêctron) ***có tính phóng xạ;***

- 0,01% Urani 234 (có 92 prôtôn, 142 nơtron và 92 êlêctron) ***có tính phóng xạ.***

Như vậy, với hàm lượng cao hơn so với Urani 234, ta dễ thấy rằng chỉ có Urani 235 là cơ sở để sản xuất năng lượng hạt nhân và để tiến hành phản ứng phân hạch hạt nhân Urani 235, phải tách chúng ra khỏi Urani 238.

Ngày 2-2-1942, tại Mỹ, lần đầu tiên trong lịch sử loài người, nhà vật lý người Italia, được giải Noben là E.Fecmi, đã chỉ đạo thành công việc thực hiện phản ứng phân hạch hạt nhân Urani 235. Mười hai năm sau, Nhà máy sản xuất năng lượng nguyên tử đầu tiên đã được khánh thành tại Obninsk (Liên Xô) vào năm 1954, mở đầu kỷ nguyên sử dụng năng lượng nguyên tử vào mục đích hoà bình. Với 1 tấn Urani, các Nhà máy năng lượng hạt nhân có thể sản xuất được một lượng năng lượng tương đương vài triệu tấn than đá hay vài triệu thùng dầu mỏ.

Ngày nay, năng lượng hạt nhân sản xuất theo nguyên tắc phân hạch hạt nhân đã bảo đảm được khoảng 18% điện năng của toàn Thế giới với giá rẻ. Mặc dù nguồn năng lượng này được sản xuất với giá thành thấp, cũng như không gây phát thải các loại khí có hại cho môi trường như SO_2 và CO_2, nhưng nguyên liệu Urani cũng chỉ đủ dùng cho 200-300 năm nữa nếu không có lò tái sinh. Tuy nhiên, mối lo ngại và thách thức chủ yếu vẫn là việc các sản phẩm phân hạch đều là các chất thải có tính phóng xạ cao. Chẳng hạn, các thảm hoạ do sự cố rò rỉ hạt nhân năm 1979 ở bang Pensylvania (Mỹ) và vụ Checnobưn (Liên Xô) năm 1986, khiến hàng chục người chết và hàng chục ngàn người phải sơ tán với những hậu quả bệnh tật do nhiễm chất phóng xạ cho đến nay vẫn không khắc phục được.

Theo nguyên tắc **Tổng hợp hạt nhân** *thì một quá trình hạt nhân, diễn ra ngược lại với sự phân hạch hạt nhân, trong đó hai hạt nhân nhẹ kết hợp với nhau để tạo ra một hạt nặng duy nhất.* Phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể diễn ra ở dạng tự nhiên hay nhân tạo:

Ở dạng tự nhiên: Trên Mặt trời và các vì sao bằng cách kết hợp các hạt nhân nhẹ Hyđro (chỉ có 1 prôtôn) thành hạt nhân Hêli nặng hơn, đồng thời giải phóng ra một khối lượng lớn năng lượng. Bởi vì, phản ứng tổng hợp hạt nhân diễn ra với điều kiện phải có nhiệt độ 200 triệu độ C, nên phản ứng này còn được gọi là phản ứng tổng hợp nhiệt hạch.

Dưới dạng nhân tạo: Trong bom khinh khí (Bom H) bằng cách kết hợp giữa hạt nhân Hyđro nặng (hay Đơtêri, có 1 protôn và 1 nơtrôn) và Hyđro siêu nặng (hay Triti, có 1 prôtôn và 2 nơtrôn). Nếu một quả bom nguyên tử (Bom A) với *phản ứng phân hạch hạt nhân* có sức công phá tương tương từ hàng vạn đến hàng chục vạn tấn thuốc nổ TNT (Trinitrotoluen), thì một quả bom H, với *phản ứng tổng hợp hạt nhân* có sức công phá tương đương từ hàng triệu đến hàng chục triệu tấn thuốc nổ TNT-gấp hàng ngàn lần toàn bộ bom đạn sử dụng trong Chiến tranh Thế giới thứ Hai (là 5 triệu tấn TNT). Cụ thể là, nếu một quả bom nguyên tử có sức công phá tương đương 20 kilôtôn TNT, trong đó 1 kilôtôn TNT tương đương với một năng lượng là 4,2.10 giun (joule), thì một quả bom khinh khí có sức công phá khoảng 20 mêgatôn TNT (hay 20 triệu tấn TNT), tức là ***mạnh hơn 1.000 lần*** so với bom nguyên tử.

Ngày 1-1-1952, tại căn cứ quân sự Bikini - một hòn đảo san hô tại biển Thái Bình Dương, Mỹ đã thử thành công quả bom khinh khí (Bom H) có sức công phá bằng 10 triệu tấn TNT. Tiếp theo, Liên Xô thử thành công bom H tại Sibêri vào tháng 8-1953, Pháp vào năm 1956 và Anh vào tháng 5-1957.

Hiện nay, có nhiều loại phản ứng tổng hợp hạt nhân có khả năng giải phóng năng lượng, nhưng "*dễ*" thực hiện nhất là loại phản ứng tổng hợp hạt nhân Đơtêri và Triti - đều là hai nguyên tố đồng vị của Hyđrô. Trong tự nhiên, đa số các nguyên tử Hyđrô đều có một hạt nhân cấu tạo từ một prôtôn duy nhất. Nhưng 0,015% số nguyên tử Hyđrô trên Trái đất lại có một nơtrôn gắn với một prôtôn- đó là đồng vị của nguyên tố Hyđrô có tên Đơtêri. Trong mỗi lít nước biển có chứa 0,35 gram Đơtêri và nhờ phản ứng tổng hợp hạt nhân, từ số Đơtêri ít ỏi này, có thể tạo ra một năng lượng là 1MWh. Còn Triti, ngược lại với Đơtêri, có tính phóng xạ, không tồn tại trong tự nhiên và được cấu tạo từ 1 prôtôn và 2 nơtrôn. Để có được Triti, phải thực hiện phản ứng hạt nhân từ một nơtrôn kết hợp với Lithi-là nguyên tố hết sức thừa thãi trong đất và nước biển. Các nguồn khoáng sản trên Trái đất có chứa Lithi đủ sức cung cấp cho nhân loại để tạo ra năng lượng trong vòng 1.500 năm nữa và nếu thu hồi được Lithi từ nước biển thì nhu cầu năng lượng của con người có thể được đáp ứng trong vòng 10 triệu năm nữa.

IV. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ Ở ĐẦU THẾ KỶ XXI

Vào cuối Thế kỷ XX, những đột phá của khoa học và công nghệ mới đã làm đảo lộn hoàn toàn mọi phương diện chính trị, kinh tế, văn hoá, xã hội của đời sống xã hội loài người. Trong Thế kỷ thứ XXI, khoa học và công nghệ đã được khẳng định là những động lực phát triển của các nước có công nghiệp phát triển trên Thế giới.

Trong toàn bộ lịch sử phát triển của nhân loại, con người khác hẳn so với các loài động vật khác ở chỗ là họ có thể sử dụng được các công cụ để tạo ra các công cụ. Trong Thiên niên kỷ mới, nhân loại lại đang bước vào một ngưỡng cửa của sự phát triển một loạt chủng loại công cụ phức tạp mới, đó là các công cụ quyền năng, chúng sẽ thúc đẩy nhanh chóng hơn nữa sự phát triển của lịch sử. Sự thay đổi nhanh chóng này sẽ mở ra những cơ hội to lớn và cả những thách thức cho toàn Thế giới. Bất kỳ Quốc gia, khu vực, hoặc tập đoàn công ty nào, nếu có thể nắm vững và điều khiển được 4 công cụ quyền năng này, cùng với đi kèm - tức là *các vật liệu mới*, cần thiết cho quá trình đổi mới của Thế kỷ XXI, sẽ có thể tạo nên được lợi thế cạnh tranh ngoạn mục. 4 công cụ quyền năng đó là: *1) Điện toán (Computings); 2) Mạng hệ thống (Networks) 3) Công nghệ sinh học; 4) Công nghệ nano (Nanotechnology).*

4 công cụ trên sẽ là những động lực chi phối các chiến lược được thiết kế cho 100 năm tới. Nếu hiểu chúng, chúng ta sẽ có thể bắt đầu hình dung ra những bước tiến tiếp theo và có thể hoạch định những việc cần phải làm để mở rộng tư duy của chúng ta hướng về phía trước.

Công cụ quyền năng 1: Điện toán (Computings). Công nghệ vi mạch giờ đây đã có mặt ở khắp mọi nơi và khả năng tính toán của một máy tính hiện nay còn lớn hơn cả khả năng đạt được của cả Thế giới vào thời điểm trước năm 1960. Chỉ trong vòng một vài thập kỷ, máy tính đã được áp dụng vào gần như mọi khía cạnh của đời sống. Chúng đang là những động cơ của hiện tại. Máy tính là công cụ quyền năng ranh giới của Thế kỷ XXI, một sự mở rộng thêm của bộ não con người. Việc sở hữu một chiếc máy tính được ví như bạn có một công cụ hỗ trợ hiệu quả, thông minh và thành thạo để giải quyết các nhiệm vụ nhất định. Máy tính là những bộ não theo yêu cầu được đặt trong một cái hộp.

Công cụ quyền năng cơ bản nhất để thăm dò các hiện tượng còn chưa được biết đến trong Vũ trụ chính là máy tính. Do chúng ta đang hướng tới việc làm sáng tỏ các học thuyết của Anhxtanh và của những người đi trước trong lĩnh vực vật lý, máy tính đang trở nên không chỉ là một thiết bị tính toán hay đồ họa cơ bản như một số người cho đến nay vẫn còn tin tưởng. Ngày nay các siêu máy tính có thể diễn giải những mô hình cấu trúc và hành vi cực kỳ phức tạp về hầu như đủ mọi thứ mà người ta có thể tưởng tượng ra, từ thuyết cơ học về Vũ trụ cho đến các cấu trúc phân tử của sự sống. Về bản chất, máy tính là một công cụ trực quan động, nó tạo ra khả năng nhìn thấy được ở cấp độ trừu tượng và cho phép khám phá tiếp theo, từ các loại thuốc cho đến các rôbốt, từ nghệ thuật cho đến sự khám phá Vũ trụ. Giai đoạn tiếp theo trong quá trình tiến hóa của các máy tính dường như sẽ là những cải tiến phi mã về tính năng, công suất và tốc độ.

Công cụ quyền năng 2: Mạng (Neworks). Các hệ thống ngày nay cho phép các máy điện thoại hoạt động và đưa Internet đến từng hộ gia đình, các văn phòng nhờ vào cơ sở hạ tầng của chúng là các máy tính. Như vậy, các hệ thống vô tuyến và vệ tinh được hình thành và là một động lực chi phối then chốt đối với tương lai của chúng ta. Tất cả những điều đó dường như sẽ bị thu phục nếu so với các hệ thống truyền thông đa phương tiện mà chúng ta sẽ tiến tới trong tương lai.

Mạng Internet hiện đang là một thị trường toàn cầu không biên giới. Ở đây, từ *"Net"* còn ám chỉ hệ thống hội tụ tất cả các phương tiện truyền thông trên hành tinh - vệ tinh, điện thoại, tivi và các thiết bị vô tuyến. Thuật ngữ *"Networks"* (Mạng, Hệ thống) là ngôn ngữ ẩn dụ về một sự kết nối đa năng, một thế lực nền tảng sẽ tiếp tục định hình giáo dục, kinh doanh và văn hóa.

Ở đây, tồn tại một ngưỡng khối lượng tới hạn. Sự liên kết các máy tính, hay các mạng máy tính còn có nghĩa là chúng ta đã đạt được những tập hợp ngày càng tăng các động cơ xử lý song song, có khả năng tạo nên một năng lực ở một mức độ hoạt động mà một thập kỷ trước đây không được coi là có thể. Đó là toàn bộ một trò chơi mới. Sự hội tụ của các máy tính và hệ thống này đang mang lại một mức độ đổi mới mà chúng ta chưa bao giờ được

chứng kiến trong lịch sử loài người. Các hệ thống có tính năng cao, nhanh và thông minh đang mang lại khả năng truy cập mạng tốc độ cao với sự phối hợp giữa giọng nói, dữ liệu, video và đồ thị. Từ các môđem cáp và Tuyến thuê bao số hóa (DSL) đến một loạt các dịch vụ cáp quang và vô tuyến, các hệ thống truyền thông thế hệ tiếp theo sẽ làm thay đổi công việc kinh doanh và cả cách sống. Việc truyền dữ liệu sẽ tăng lên gấp hơn 10 lần so với truyền giọng nói. Giọng nói sẽ trở nên miễn phí nếu chúng ta xây dựng được một cơ sở hạ tầng truyền thông số hóa mới trong Thế kỷ XXI.

Đây chính là điểm vận động khởi đầu cần thiết để bước vào cánh cổng tiếp theo, kiến trúc của sự sống - đó là vương quốc của công nghệ sinh học.

Công cụ quyền năng 3: Công nghệ sinh học. Việc lập sơ đồ bộ gen người chính là khởi điểm khoa học mang tầm quan trọng vĩ đại. Một khi chúng ta vượt qua được cái ngưỡng này, chúng ta sẽ có thể đánh giá về sự sống, sức khỏe của con người và nền khoa học. Chúng ta đang tiến bộ rất nhanh. Sự khác biệt giữa một xã hội tiền bộ gen người và một xã hội hậu bộ gen người sau năm 2005 cũng sẽ sâu sắc như những mô hình về chiến tranh trước và sau khi phát minh ra bom nguyên tử. Nếu như có một khám phá nào có thể rọi sáng con đường của chúng ta dẫn đến tương lai, thì chắc chắn đó là phát minh lập sơ đồ về bộ gen người.

Công nghệ sinh học đang tạo ra một thiết kế tiến hóa về sự sống trên hành tinh ở mức độ ADN. Chữa trị các bệnh tật, điều chỉnh các chức năng về trí tuệ và các khiếm khuyết về thể lực, tạo ra các loại thuốc và thực phẩm mới là những kết quả chủ yếu của việc áp dụng các công cụ công nghệ sinh học. Một bức tranh lớn cho chúng ta thấy chính sự sống đang được thiết kế lại. Một tổ hợp ba yếu tố cho phép chúng ta tiến tới ngưỡng cửa nổi trội của công nghệ sinh học, đó là: thao tác phân tử như một quá trình lắp ráp *"cơ học"*; siêu tính toán tiên tiến, cho phép lập mô hình về các hệ thống phân tử và sinh lý học phức tạp; sự *"khám phá"* ra các vật liệu sinh học mới, như các prôtêin chẳng hạn.

Ngoài ra, các thiết bị dùng để tạo nên các vật liệu sinh học tổng hợp, trong đó có các ADN tái tổ hợp, các cấu kiện đơn nguyên của chính sự sống, sẽ sử dụng một dạng phát minh mới đang nổi lên trong các phòng thí nghiệm sinh học trên toàn Thế giới, đó là vi mạch sinh học. Nói ngắn gọn, các vi mạch sinh học là sự kết hợp của các vi mạch với các bộ phận lắp ráp ở trạng thái lỏng và cơ học ở phạm vi vi mô. Chúng dựa trên các công nghệ rất giống với các công nghệ dùng để tạo nên các vi mạch máy tính, nhưng ở đây là sự kết hợp các vật liệu sinh học. Điều này sẽ dẫn đến công cụ quyền năng tiếp theo.

Công cụ quyền năng 4: Công nghệ nanô (Nanotechnology). Các công cụ của ngành sinh học chính là tiền thân của một công cụ quyền năng đặc biệt, đó là công nghệ nanô. Công nghệ nanô là sự thao tác vật chất ở mức độ nguyên tử để tạo nên một phạm vi rộng lớn các đồ tạo tác vốn có trong hiện tại của chúng ta. Công nghệ nanô là công nghệ thiết kế siêu đẳng và đang ngày càng trở nên hiện thực hơn. Từ thực phẩm đến năng lượng, các vật liệu xây dựng đến các ADN, công nghệ nanô sẽ là công nghệ mà chúng ta sẽ sử dụng để kiến thiết vật chất và nó sẽ vượt qua tiềm năng của tất cả các công cụ quyền năng khác.

Phải hiểu được ý nghĩa đầy đủ của công nghệ nanô mới có thể thấu hiểu chính bản chất của tất cả mọi vật có thể quan sát được hiện đang tồn tại, cũng như tất cả mọi vật có thể không tồn tại trong Thế giới *"tự nhiên"*. Công nghệ nanô sẽ gây ra những điều sửng sốt và thần kỳ. Và nó sẽ làm chuyển hướng sự định hình hiện thực. Công nghệ nanô sẽ trao cho chúng ta khả năng sáng tạo và cả hủy diệt theo một cách thức chưa từng có.

Ẩn ý quan trọng ở đây là công nghệ nanô không chỉ là một điều đặc biệt gì đó còn mơ hồ về kỹ thuật, hay là một đốm sáng thứ yếu trên màn hình rađa của sự phát triển nhân loại. Công nghệ nanô là một quá trình chế tạo cực điểm, là một phương tiện mà theo đó một vật thể, hữu cơ hay vô cơ, có sự sống hay trơ đều có thể tái tạo được. Ngoài ra, khả năng lắp ráp vật chất hay vật liệu cũng chỉ là một khía cạnh thứ yếu mà công nghệ nanô mang lại. Kết quả cuối cùng của công nghệ nanô chính là sự chế tạo ra các vật liệu và cấu trúc phân tử mà trước đây chưa bao giờ thực hiện được. Nói tóm lại, nhờ công nghệ nano, loài người có thể vượt lên trên các giới hạn của các quy luật tự nhiên trong một Thế giới có thể quan sát được như hiện nay. Con người sẽ có thể hoạt động với những công cụ mạnh mẽ nhất và chế tạo ra bất cứ một vật liệu, vật thể, vật chất nào và thậm chí là cả sự sống trong đó có chính chúng ta.

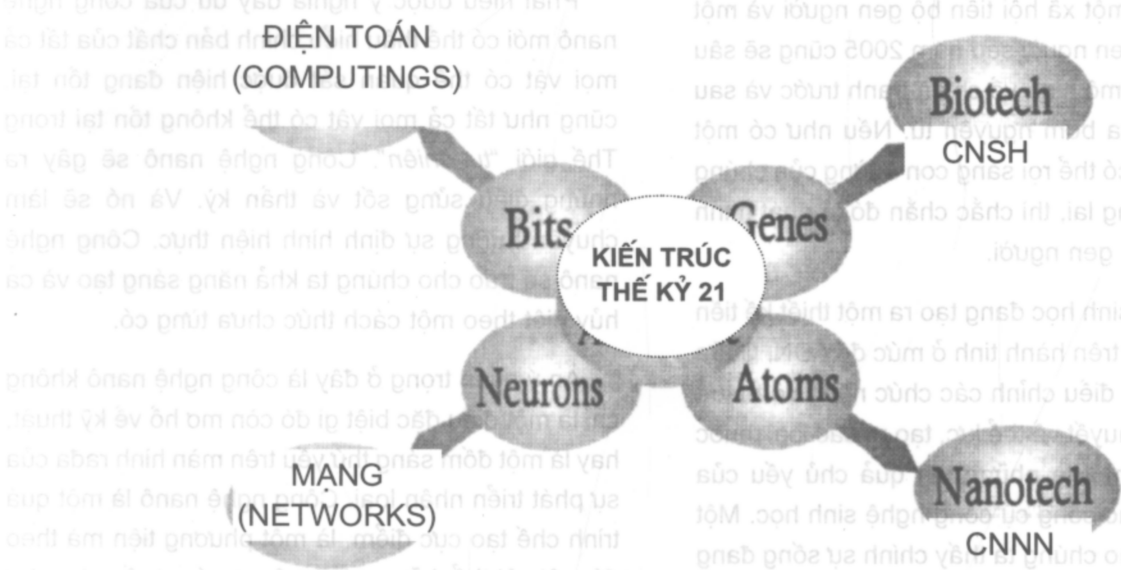
Bốn đơn nguyên đi kèm

Các đơn nguyên là những nguyên liệu thô thiết yếu đối với các công cụ quyền năng. Các đơn nguyên này cũng không vượt quá xa là mấy các vật liệu mà tổ tiên của chúng ta ở thời kỳ đồ đá có thể đã sử dụng, tuy nhiên mức độ phức tạp thì đã tăng lên rất nhiều. Có thể là họ đã sử dụng nước, đá và đất để tạo nên chiếc rìu đá, vậy chúng ta cũng định hình cho các công cụ của chúng ta bằng chính các vật liệu có trong tay.

Bốn đơn nguyên vật liệu đó là: 1) *Số nhị phân* - thành phần thiết yếu làm nền tảng cho truyền thông số hóa; 2) *Nguyên tử* - thành phần thiết yếu tạo nên tất cả vật chất và vạn vật tự nhiên; 3) *Nơtron* - linh kiện thiết yếu đối với sự truyền thông tin và chức năng của bộ não; 4) *Gen* - thành phần chủ yếu thiết kế nên tất cả các dạng sự sống.

Trong Thế kỷ XXI này, nước nào nắm được cách phải sử dụng 4 đơn nguyên vật liệu nêu trên, để hoàn thiện các công cụ quyền năng, nước đó sẽ phát triển mạnh trong một nền kinh tế toàn cầu hoá đang có nhiều đột phá nhanh. Tốc độ, trí tuệ hiểu biết về việc kết hợp và thích nghi; quản lý và khả năng phối hợp; bao gói và chiết xuất, từ những nguồn lực này sẽ là điều quyết định trong kinh doanh đối với bất kỳ Quốc gia nào trong tương lai.

Theo James Canton, Chủ tịch và đồng thời là Giám đốc điều hành về thông tin của *Viện Tương lai toàn cầu* (Institut for Global Futures), thì kiến trúc của Thế kỷ XXI chủ yếu dựa trên *sự hội tụ* của các ngành công nghệ cao là công nghệ sinh học, công nghệ nanô, công nghệ thông tin và một số ngành mũi nhọn khác... *(hình 1)*.



Hình 1. Kiến trúc của thế kỷ XXI dựa trên sự hội tụ của các ngành công nghệ cao.

Trong báo cáo với tên "*Các công nghệ hội tụ cho việc nâng cao hiệu suất của con người*", do Quỹ Khoa học Quốc gia Mỹ và Bộ Thương mại Mỹ công bố tháng 6 năm 2002 - khi đề cập tới sự hội tụ của các ngành công nghệ cao là công nghệ nanô, công nghệ sinh học, công nghệ thông tin và khoa học về nhận thức - các nhà khoa học Mỹ đã tuyên bố rằng "*Trong khi nền khoa học và công nghệ Mỹ làm lợi cho toàn Thế giới, thì điều sống còn là phải nhận thức được rằng việc vượt trội về công nghệ là nền tảng cơ bản của sự phồn vinh kinh tế và an ninh QUỐC GIA của Mỹ*".

Tương tự, Bộ Quốc phòng của Anh, sau khi đánh giá những xu thế khoa học và công nghệ chiến lược tới tầm các năm 2025-2030, đã kết luận rằng "*Cho tới năm 2030, nếu đầu tư mạnh vào các*

hệ thống giáo dục, cơ sở hạ tầng thương mại và giữ vững uy danh công nghệ đã từng có trước đây, thì các nước phát triển vẫn tiếp tục duy trì được vị trí bá chủ của mình trong lĩnh vực đổi mới khoa học và công nghệ ". Để duy trì sức mạnh cạnh tranh đó, các nước phát triển hiện nay đều tập trung vào những ngành công nghệ "*hội tụ*". Về thực chất, đây đều là những ngành công nghệ cao đã nêu ở trên, như công nghệ sinh học, công nghệ nanô, công nghệ thông tin, nhất là các hệ thống điện toán (Computings). Hầu như mọi nước phát triển đều đầu tư thích đáng vào các lĩnh vực đó nhằm chiếm lĩnh những vị trí quan trọng trong các lĩnh vực công nghệ cao này.

Sự phát triển tiếp diễn như vũ bão của cuộc cách mạng KHCN hiện đại, dựa trên cơ sở các cuộc cách mạng lớn trong các lĩnh vực Vật lý lượng tử, Công nghệ thông tin, Công nghệ sinh học, Công nghệ vật liệu mới, Công nghệ năng lượng mới, Công nghệ chế tạo cấp siêu vi mô v.v... đang mở đường cho nhân loại tiến vào các Kỷ nguyên lớn về khoa học và công nghệ sau đây:

1) **Kỷ nguyên thông tin** (bắt đầu vào khoảng năm 2010 - 2015) - tiếp theo hai kỷ nguyên - Kỷ nguyên Nông nghiệp (hơn 17 Thế kỷ) và Kỷ nguyên Công nghiệp (khoảng 3 Thế kỷ) - với nền kinh tế tri thức là cốt lõi.

2) **Kỷ nguyên Sinh học** (sẽ bắt đầu vào khoảng sau năm 2040) với cuộc cách mạng sinh học là then chốt, kể từ sau khi phát hiện ra mã ADN vào nửa sau Thế kỷ XX (năm 1953).

3) **Kỷ nguyên vật liệu mới** với sự phát hiện ra các vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ thấp và nhiệt độ cao và các vật liệu đặc biệt khác.

4) **Kỷ nguyên siêu cơ bản** dựa trên những khám phá mới nhất của vật lý lượng tử ở cấp siêu cơ bản trên con đường tìm hiểu một cách thống nhất sự phong phú đa dạng của tự nhiên.

5) **Kỷ nguyên năng lượng mới** với nguồn năng lượng tổng hợp nhiệt hạch (tìm ra năm 1991) là nguồn năng lượng sạch của tương lai, không gây ô nhiễm môi trường cho nhân loại.

6) **Kỷ nguyên Vũ trụ** dựa trên những thành tựu mới nhất của công nghệ năng lượng mới, công nghệ vật liệu, công nghệ chế tạo cấp vi - điện tử (vi mô) và tới đây là công nghệ vi - quang tử (siêu vi mô).

Sự phát triển và định hình trong THẾ KỶ XXI của các Kỷ nguyên nêu trên đang diễn ra trên nền tảng của những xu thế phát triển lớn (*Mega-trends*) trong các lĩnh vực KHCN dưới đây:

+ Xu thế chuyển từ *Định hướng vào mạng* (Networked Centric) sang *Định hướng vào nội dung* (*Content Centric*) trong công nghệ thông tin và truyền thông.

+ Gen học (*Genomics*).

+ Phỏng sinh học (*Bionics*).

+ Công nghệ nanô (*Nano - Technology*).

+ Vật liệu siêu dẫn.

+ Lượng tử học (*Quantics)* với mục tiêu xây dựng một lý thuyết thống nhất về các hạt và các lực chi phối toàn bộ Thế giới (Mô hình Chuẩn của Vật lý hạt) nhằm tạo nên cơ sở cho sự thống nhất giữa Lý thuyết Trường lượng tử và Lý thuyết Tương đối rộng của Albert Einstein (là lý thuyết mô tả lực hấp dẫn và bản chất của không - thời gian) để giải thích những bí mật lớn lao của Vũ trụ.

Về thực chất, đó là các cuộc cách mạng lớn, tác động lẫn nhau, đan chéo nhau và sẽ gây nên những biến động không lường đối với nhân loại trong Thế kỷ XXI này.

A. NHỮNG XU THẾ LỚN VỀ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TRONG THẾ KỶ XXI

1. Xu thế chuyển từ định hướng vào Mạng (Networked Centric) sang định hướng vào Nội dung (Content Centric) trong công nghệ thông tin và truyền thông.

Trong những thập niên vừa qua, những xu thế phát triển trong công nghệ thông tin được xác định bởi các luật sau đây:

- *Luật Moore* cho rằng công suất của máy tính cứ 18 tháng lại tăng lên gấp đôi.

- *Luật Cooper* là luật trong lĩnh vực viễn thông thừa nhận rằng phổ hiệu suất đo lường số lượng các cuộc đàm thoại, có thể được truyền trên một đường truyền thông, cứ 30 tháng sẽ tăng gấp đôi.

- *Luật Metcalfe* tuyên bố rằng, *"sức mạnh"*, hay *"giá trị"* của một mạng lưới tăng tỉ lệ thuận với bình phương số điểm nút của mạng lưới.

- *Luật Reed* cho rằng hiệu suất của các mạng lớn, nhất là các mạng xã hội, có thể tỉ lệ theo hàm mũ theo quy mô của mạng.

Các luật trên cho thấy việc tăng gấp đôi mật độ của con chip điện tử cứ sau quãng thời gian 18 tháng có nghĩa là mọi sự tiến bộ trong vòng 30 năm qua sẽ phải được nhân gấp đôi trong vòng 18 tháng tới. Như vậy, Luật Moore đã đặt ra một loạt mục tiêu phải vượt qua đối với các kỹ sư trong ngành công nghiệp bán dẫn.

Trong công trình nghiên cứu của Mỹ về triển vọng phần cứng máy tính - *Lộ trình Công nghệ Quốc tế về Các chất bán dẫn* (ITRS), cho thấy Luật Moore sẽ thực sự khó duy trì được vào năm 2016. Vấn đề quan trọng mà công trình nghiên cứu này đề cập là khả năng tích hợp các công nghệ từ "phía ngoài" của ngành công nghiệp bán dẫn trên một con chip. Chẳng hạn, các thiết bị cảm biến sinh học phải bao gồm được khả năng cảm nhận ADN trên con chip. Đối với từng nhánh của lộ trình nêu trên, ITRS đã nêu bật một số *"thách thức lớn"*, mà đối với chúng, cần có sự đột phá cơ bản để tiến lên phía trước.

Dựa trên những nghiên cứu của ITRS, *Hiệp Hội công nghiệp bán dẫn Hoa Kỳ* (SIA) đã lưu ý rằng những dự báo mới nhất của ITRS có quy mô tiến bộ hơn so với những dự báo trong những lộ trình trước đây. Chẳng hạn, các chip DRAM có kích thước 90 nanomet trong năm 2004. Cũng vậy, độ dài của các cổng bán dẫn của bộ vi xử lý - là kích thước tới hạn tác động tới tốc độ của bộ vi xử lý - sẽ chỉ còn 25 nm vào năm 2007, tức là sẽ xuất hiện 6 năm sớm hơn, so với các dự báo nêu trong các công trình trước đây.

Các công trình này cũng nêu rõ rằng, những giới hạn cơ bản của các vật liệu sử dụng trong quy trình CMOS cũng đang tới gần. Quy trình này đã tạo nên sức mạnh cho ngành công nghiệp bán dẫn trong 3 thập niên qua. Những sự hoàn thiện tiếp theo có thể tiếp diễn trong 5 tới 10 năm tới, bằng cách đưa vào sử dụng các vật liệu mới trong cấu trúc CMOS cơ bản. Tuy nhiên, sau 10 - 15 năm nữa, thậm chí nếu đưa vào sử dụng những vật liệu mới, thì phần lớn những năng lực công nghệ đã biết của cơ cấu thiết bị CMOS cũng sẽ tiếp cận, hoặc sẽ đạt tới giới hạn của chúng.

ITRS đã liệt kê danh sách các khu vực chết của kỹ thuật, tức là nơi chưa có được những giải pháp chế tạo nào đã từng biết. Điểm chết, mà tại đó không có các giải pháp đã biết đối với phần lớn các lĩnh vực kỹ thuật, được gọi là "*Bức tường đỏ*", đòi hỏi phải có những công nghệ có tính đột phá để vượt rào. ITRS cho rằng sẽ đạt tới "*Bức tường đỏ*" này nằm ở khoảng giữa các năm 2005 và 2007.

Khi phần cứng máy tính và truyền thông tiếp cận tới quy mô ở cấp nano, thì những trở ngại kỹ thuật sau đây sẽ được giải quyết:

- *Độ dài của dây dẫn.* Hiện nay độ dài dây dẫn của một bộ vi xử lý nằm ở cỡ km/cm^2, là nguyên nhân gây ra nhiều vấn đề với thời gian truyền tín hiệu cũng như sự toả nhiệt.

- *Liên kết nối - Interconnections.* Tính phức hợp của các mối liên kết nối đang gia tăng với tốc độ cứ 3 - 4 năm lại có thêm một lớp kết nối. Một số cách tiếp cận đang được xem xét là các kết nối quang học và kết nối không dây ở trong con chip.

- *Cross-talk - Hội thoại chồng chéo.* Mật độ của các dây dẫn và việc không có cách ly dây dẫn là nguyên nhân gây nên sự đan xen của các cuộc hội thoại và sự chạm mạch.

- *Các vấn đề ở cấp nanô. Dưới 100nm* thì các dây dẫn không còn hoạt động giống như các dây dẫn nữa. Các thiết bị có hành vi giống như các thiết bị chuyển vận lượng tử và pha chức năng sóng trở nên quan trọng

- *Chế tạo* các kĩ thuật in litô trở nên không đủ khả năng thích hợp để kiểm soát chiều rộng của dây dẫn (từ 250 tới 500 angstroms) và để kiểm soát sự phổ biến và cấy mạch. Những thách thức đó có thể khắc phục được nhờ phương pháp in litô ở bước sóng cực ngắn hay phương pháp in bằng tia điện tử.

- *Chi phí* của mỗi thế hệ in litô sẽ tăng lên (Định luật Moore thứ 2).

ITRS đã liệt kê và dự báo một số sự kiện như sau *(bảng 6)*.

	2002	**2005**	**2010**	**2016**
DRAM Half-Pitch (nano mét)	115	80	45	22
Kích thước bộ nhớ-DRAM (bits)	512M	2G	8G	64G
Chi phí/bit DRAM (micro-cents)	5,4	1,9	0,34	0,042
Độ dài cổng vật lí của bộ vi xử lý (nm)	53	32	18	9
Tốc độ của bộ vi xử lý (MHz)	2.317	5.173	11.511	28.751

Bảng 6. Dự báo phát triển một số thiết bị phần cứng

Mặc dầu có nhiều chướng ngại, nhưng hiện các nhà khoa học đang theo đuổi một số công nghệ có tính hứa hẹn như sau:

- *Các thiết bị logic so le* dựa trên các hệ thống tích hợp các bộ chuyển mạch logic nhiều cấp (multi-level logic) và sử dụng nhiều trạng thái chuyển mạch trong một thiết bị, chẳng hạn các bán dẫn cộng hưởng đường hầm.

- *Kết cấu* nhiều kết cấu thiết kế máy tính mới đang được xem xét; cụ thể là các máy tính xử lý song song, với bộ vi xử lý có công suất tính toán lên tới hơn 1000 tỉ phép tính/giây. Đây là bộ vi xử lý do công ty IBM và Phòng thí nghiệm nghiên cứu của trường Đại học tổng hợp Texas chế tạo với sự tài trợ 11,1 triệu USD của Cơ quan các dự án nghiên cứu Quốc phòng tiên tiến (DARPA).

- *Điện tử học nano và điện tử học phân tử* hứa hẹn mang lại những phương thức lắp ráp mới các bán dẫn hiệu ứng trường và lưỡng cực nhờ các cấu trúc kỹ thuật ở cấp nguyên tử trong khoảng 10-15 năm tới.

- *Các vật liệu mới* là gallium arsenide, các vật liệu hữu cơ và cả kim cương.

- Công nghệ tự lắp ráp và tự tổ chức.

- *Ngành quang tử học* sử dụng các kỹ thuật quang học để truyền số liệu.

- Công nghệ điện toán lượng tử.

- *Phần mềm điện toán (Computing Software)*

Mặc dù khó có thể dự đoán được sự phát triển của lĩnh vực phầm mềm, nhưng ta vẫn có thể thấy được tác dụng chuyển hóa quan trọng của lĩnh vực này thông qua sự phát triển có tính bùng nổ của máy vi tính (PC) và mạng Internet; chẳng hạn như các PC, các đường điện thoại đã được lắp đặt; các số liệu đã sẵn có và được phổ biến ở khắp mọi nơi; giao thức TCP/IP, cùng với thư điện tử và FTP được sử dụng rộng rãi v.v...

Trong ngành công nghiệp phần mềm có thể quan sát thấy một số động thái sau:

- *Khả năng của mạng* là hình thái ngự trị suốt ngày đêm, với các thông tin và số liệu truyền thông, các ngôn ngữ Java, XML v.v...

- *Phần mềm nguồn mở* (Open Source) mặc dù vấp phải sự phản kháng, nhưng vẫn tồn tại trong hơn một thập niên qua, vì nó đã góp phần duy trì tính độc lập của bên bán trong Thế giới Internet.

- *Phương thức ngang hàng (Peer-to-Peer hay P2P)* là sự phát triển phần mềm có ý nghĩa quan trọng nhất. Các máy tính tương tác, trao đổi thông tin và *"đề ra quyết định"* với tốc độ cao. Việc tính toán theo mạng lưới điện tử, trong đó các nhiệm vụ được chia sẻ trong các máy tính được nối mạng , đã phát triển mạnh mẽ trên các mạng lưới này. Các ứng dụng P2P sẽ vận dụng trên quy mô toàn cầu và sử dụng cả truyền thông vệ tinh với tính cách là một kênh truyền dữ liệu.

- *Trí tuệ nhân tạo* là lĩnh vực khoa học mũi nhọn. Hiện nay, việc khai thác số liệu, mạng lưới các mạng nơ-ron, việc dịch thuật bằng máy, mô thức nhận dạng đang phổ biến trong mọi lĩnh vực. Tới đây, các khối lượng số liệu khổng lồ, được các vệ tinh điều khiển từ xa và các trang Web cảm biến thu thập, chỉ có thể hiểu được nhờ có các tác nhân thông minh.

Dưới đây là một số dự báo về CNTT cho tầm ngắn hạn và trung hạn *(bảng 7)*.

Công nghệ thông tin trong tầm ngắn hạn từ nay tới năm 2010
Điều khiển trạng thái nano (trực tiếp và về mặt hóa học)
Máy tính nghìn nghìn tỷ phép tính giây (Peta-flop)
Công nghệ thông tin trong tầm trung hạn từ năm 2010 tới năm 2020
Tính toán cấp phân tử
Dịch thuật tức thời nhờ một chíp đơn
Các máy vi tính năng lượng thấp chạy một năm liền bằng pin
Các chip sinh học cỡ 1012 bit/1cm^2. Các chíp cảm biến - nếm được, ngửi được và nghe được

Ngành quang tử học thay thế ngành điện tử học
Máy tính xử lý các vấn đề đạo đức (Ethical Computer)
Hiện diện từ xa -Tele-Presence (đầu từ gây ảo giác thế hệ đầu tiên - Primitive Deck)
Không gian điều khiển học bao quát tới 75% thế giới có người ở
Giao diện tư duy chức năng - máy tính
Rôbốt vượt người về mặt tinh thần và thể chất
Trang Web cảm biến (Sensor Web)
Quần thể người máy ngoài Trái đất

Bảng 7. Dự báo về CNTT cho tầm ngắn hạn và trung hạn

Trong hai thập niên đầu Thế kỷ XXI, những đột phá công nghệ quan trọng trong công nghệ thông tin, đã khởi đầu thêm 2 kỷ nguyên mới. Đó là:

1) Dịch chuyển từ Kỷ nguyên định hướng vào Máy vi tính (1981-1994) sang Kỷ nguyên định hướng vào Mạng (1994-2005).

2) Dịch chuyển từ Kỷ nguyên định hướng vào Mạng (1994-2005) sang Kỷ nguyên định hướng vào Nội dung (2005-2015) (Bảng 8).

1994 - 2005	2005 - 2015
1. Định hướng vào các Mạng thông tin điện tử	Định hướng vào Nội dung thông tin
2. Thương mại điện tử	Các đơn vị kinh doanh ảo
3. Luật Metcalfe	Luật chuyển hoá (Law of Transformation)
4. Người tiêu dùng được nối mạng	Các dịch vụ cá nhân hoá
5. Truyền thông	Phần mềm, thông tin
6. Giải băng thông	Các dịch vụ
7. Nhu cầu trực tuyến (on-line)	Nhu cầu hẹp
8. Cơ cấu hội tụ	Công nghệ được vật hoá

Bảng 8. Dịch chuyển từ Kỷ nguyên định hướng vào Mạng sang Kỷ nguyên định hướng vào Nội dung.

Kỷ nguyên định hướng vào Mạng (Network - Centric Era) giai đoạn 1994 - 2005 bắt đầu bằng việc sử dụng giao diện Mosaic từ cuối năm 1993, cũng như phổ biến, tiếp theo đó, mạng Internet và World Wide Web. Trong *Kỷ nguyên định hướng vào Mạng (1994 - 2005),* sự kết nối thị trường trên quy mô lớn diễn ra đầy năng động, giữa các hạ tầng cơ sở thông tin của các Quốc gia với các hệ thống viễn thông khu vực và toàn cầu, cũng như với các máy tính truyền thông đa phương tiện ở khắp mọi nơi trên Thế giới. Mặc dù *Luật Moore* cho rằng, mật độ các bóng bán dẫn sẽ tăng gấp đôi cứ từ 18 đến 24 tháng, vẫn còn đúng; nhưng tính ưu việt của nó đang bị thay thế bởi cái mà hiện nay *Luật Metcalfe* đưa ra (theo tên gọi của Bob Metcalfe nhà phát minh ra Ethernet và là người thành lập ra Công ty 3 Com). Theo *Luật Metcalfe*, khi chi phí của một mạng tăng tỷ lệ thuận với việc tăng kích thước của mạng đó, thì giá trị của mạng đó sẽ tăng theo luỹ thừa. Bởi vậy, khi các mạng được mở rộng, thì hiệu quả hoạt động của chúng tính theo một đơn vị chi phí sẽ tăng gấp bội.

Kỷ nguyên định hướng Nội dung (Content - Centric Era) giai đoạn 2005 - 2015 xuất hiện trên cơ sở phát triển và sử dụng có tính bùng nổ mạng Internet; nhất là các công nghệ Web, với các chương trình số hoá thương mại và phi thương mại có nội dung (như các dịch vụ thông tin, giải trí, truyền thông, giao dịch điện tử, các văn bản, tài liệu

đồ hoạ, hình ảnh tĩnh, động, âm thoại...) được số hoá. Với những tính năng siêu việt của đa truyền thông và khả năng liên kết siêu văn bản, thông tin còn được phổ biến chính xác, với tốc độ cực kỳ cao, với chi phí tối thiểu về vật liệu giấy, lưu trữ kho và vận chuyển, tạo nên môi trường sử dụng hết sức tiện lợi cho người dùng. Trong *Kỷ nguyên định hướng vào Nội dung (2005 - 2015)*, các công nghệ mạng và công nghệ số hoá đã mở màn một cuộc cách mạng mới về mặt nội dung thông tin - đó là sự xuất hiện của nền Công nghiệp đa truyền thông nội dung số (gọi tắt là Công nghiệp nội dung).

Trên cơ sở cuộc cách mạng số hoá, việc thống nhất tới đây các tiêu chuẩn truyền thông giữa Châu Âu, Nhật Bản, Mỹ và khi mở ra những khả năng kết hợp rộng rãi vô tuyến truyền hình số (Digital) với máy tính - Internet, cũng như với các hệ thống thông tin di động trên quy mô toàn cầu sẽ thực sự tạo ra một sự đột biến có tính bùng nổ. Trong đó, khó mà hình dung được hết những lĩnh vực áp dụng của công nghệ mạng hay tác động của Internet trong những thập kỷ tới. Hiện nay, các địa chỉ (Site) các trang thông tin (Web) trên mạng đã được phổ cập rộng rãi để trao đổi thông tin trực tiếp, với các dịch vụ truyền thông đa phương tiện (truyền tiếng nói, dữ liệu, hình ảnh tĩnh, động, văn bản, đồ hoạ trong không gian 3 chiều), thu thập, lưu trữ tư liệu, tổ chức hội nghị theo chế độ tức thời (Real - time)...

Trước đây, ít ai có thể nghĩ rằng một ngày nào đó, chiếc điện thoại di động (ĐTDD) nhỏ nhắn hàng ngày lại có thể dùng để xem video, nghe nhạc, xem phim và thậm chí là cả TV và liên kết với các máy tính và mạng Internet. Những khả năng này đã, đang và sẽ được mở rộng hơn nữa với nền tảng công nghệ phát triển như hiện nay. Trong tương lai không xa, có thể là một hoặc vài năm nữa, mạng di động sẽ trở thành một mạng truyền dữ liệu tốc độ cao, đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của người dùng. Để có thể thực hiện được các khả năng này, mạng di động phải dựa vào những nền tảng công nghệ mới - 3G, 3,5G và 4G - hay còn gọi là các nền tảng công nghệ di động tương lai.

Nền tảng 3G

Như đã nêu, công nghệ di động 3G sẽ mang lại những dịch vụ dữ liệu băng rộng không dây cho chiếc điện thoại di động nhỏ bé. Với khả năng truyền dữ liệu từ tốc độ 144Kbps (nhanh gấp gần 3 lần so với kết nối dial-up 65K) lên tới 2,4Mbps (xấp xỉ tốc độ khi sử dụng cable-modem), mạng 3G sẽ cho phép thực hiện các tác vụ như: lướt trên các trang Web, nghe nhạc, xem video, video theo yêu cầu (VOD), tải và chơi game 3D, hội nghị video với đối tác... Mặc dù giao diện công nghệ có khác, nhưng những gì mà nền tảng công nghệ 3G mang lại sẽ tương tự với kết nối băng rộng trên máy tính. Cũng cần phải lưu ý rằng, những mạng di động đầu tiên ứng dụng công nghệ này - mạng 3G - đã và đang được triển khai tại gần 60 nước trên Thế giới, trong đó có mạng của hãng Cingular (Mỹ), Nextel, T-Mobile. Mạng 3G là bước tiến vượt bậc so với mạng 2G trước đây. Nếu như mạng 2G chỉ có khả năng truyền tải cuộc gọi thì mạng 3G là hướng đột phá đầu tiên trong công nghệ truyền video và các ứng dụng đa phương tiện qua mạng di động - một khả năng mà chỉ có thể thực hiện được qua mạng Internet trước đây.

Với 3G, một chiếc ĐTDĐ có thể biến thành một chiếc máy tính xách tay kết nối mạng. Khả năng truyền tải dữ liệu mạnh mẽ cùng với băng thông rộng lớn sẽ mang đến nhiều tiện ích phong phú cho người dùng, đặc biệt là phục vụ cho các nhu cầu công việc và giải trí. Về công việc, người dùng hoàn toàn có thể thực hiện các thao tác e-mail, hội nghị video, trao đổi dữ liệu với đồng nghiệp và đối tác... Về giải trí, ĐTDĐ có thể biến thành một chiếc TV di động, với các chương trình truyền hình được truyền trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua công nghệ 3G. Với 3G, chúng ta sẽ có một số tên gọi liên quan như: Công nghệ (nền tảng) 3G, mạng 3G, Chuẩn 3G. Công nghệ 3G và chuẩn 3G có thể coi là một, trong khi mạng 3G là mạng di động ứng dụng những công nghệ 3G. Trước đây, chuẩn 3G là một chuẩn đơn lẻ, duy nhất và được áp dụng rộng rãi trên toàn Thế giới. Tuy nhiên, càng về sau này, 3G càng được phân chia thành nhiều chuẩn khác, tuỳ thuộc vào khả năng nghiên cứu của các nhà cung cấp dịch vụ.

Nền tảng 3,5G

Nền tảng di động 3,5G sẽ dựa chủ yếu vào chuẩn HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access). HSDPA là dịch vụ dữ liệu gói dựa vào khả năng truyền xuống (downlink) của chuẩn W-CDMA. HSDPA có khả năng truyền dữ liệu ở tốc độ 8 -10 Mbps qua băng thông 5MHz. Công nghệ HSDPA

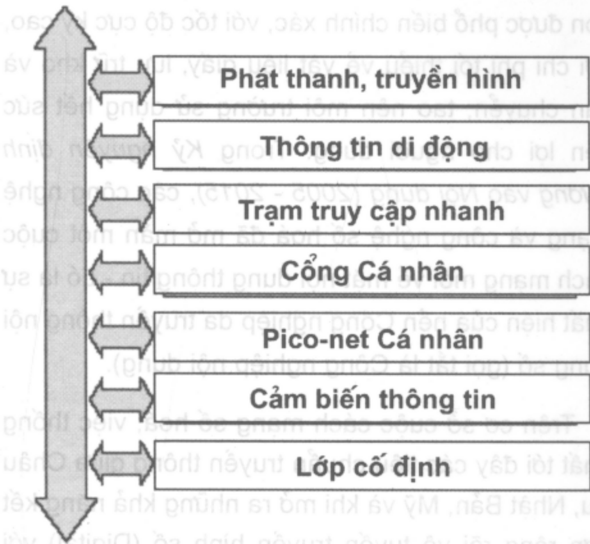
đang trong quá trình triển khai tại Bắc Mỹ. Cingular, hãng điện thoại di động lớn nhất nước Mỹ, tuyên bố bắt đầu triển khai UMTS và mở rộng sang mạng HSDPA vào năm 2005.

Nền tảng 4G

4G (hoặc 4-G) sẽ là Thế hệ thứ tư của mạng di động trong tương lai. 4G được mô tả với hai chức năng chính sau: Truy cập di động không dây với tốc độ truyền tải dữ liệu cực cao. Công nghệ này còn được dùng để mô tả các công nghệ mạng LAN không dây khác như Wi-Fi và một số "hậu duệ" của chuẩn di động 3G sau này. 4G còn được gọi với cái tên "*Mạng rộng khắp*" (Ubiquitor Network), cho phép người dùng có thể đồng thời truy cập vào mạng bằng nhiều công nghệ di động khác nhau, như Wi-Fi, UMTS, EDGE, hay bất kỳ một công nghệ truy cập nào khác trong tương lai. 4G còn bao gồm cả công nghệ radio thông minh, có thể quản lý hiệu quả việc sử dụng quang phổ và năng lượng truyền tải, cũng như việc sử dụng các giao thức đường truyền thông minh khác để tạo dựng "*Mạng rộng khắp*".

Tới đây, vai trò quan trọng để biến những điều trên thành hiện thực trong Thế giới viễn thông sẽ thuộc về mạng truyền thông điện tử với 7 lớp sau đây (*Hình 2*). Ba lớp trên cùng hỗ trợ cho một cơ sở hạ tầng truyền phát. Ba lớp sau chứa đựng các thiết bị mạng lưới và lớp dưới cùng là mạng thông thường, ngày càng được *"kết nối"* chủ yếu bằng cáp sợi quang.

Lớp 1 - Lớp truyền phát chương trình phát thanh, truyền hình (Broadscat Layer). Đây là lớp hoạt động của các vệ tinh. Các lưu lượng truyền thông vào và ra, về thực chất, đều là các "Chương trình phát thanh, truyền hình". Tại đây, hiệu suất quang phổ đã được nâng cao đáng kể nhờ *Công nghệ Đa truy cập phân theo không gian (SDMA - Spatial Division Multiple Access)*. Công nghệ này sử dụng những ăng ten đã được cải tiến để truyền thông tin, trên cùng một tần số, tới những khu vực nhận tin khác nhau trên Trái đất. Công nghệ này tận dụng ưu thế của các chùm tia hẹp, mà các vệ tinh có thể truyền tới các ăng ten chảo và cho phép sử dụng lại các kênh truyền phát (các tần số) trong một phạm vi rộng lớn các khu vực, vùng, miền địa lý nằm xa cách nhau. Bởi vậy, dù tín hiệu là *"Chương trình truyền phát"*, thì nó vẫn được gửi tới một vùng địa lý tương đối xa xôi và hẻo lánh.



Hình 2. Mô hình 7 lớp của hệ thống không dây 4G

Lớp 2 - Lớp truyền phát thông tin di động (Cellular Layer). Các trạm phát vận hành ở tầm ngắn, có công suất tương đối thấp, truyền thông với các thiết bị thu, chủ yếu là với các điện thoại, nhưng về nguyên tắc, là với bất kỳ loại thiết bị truyền thông nào. Lớp này có khả năng kết nối ngược tới một mạng không dây ổn định, dù tại nhiều khu vực, vùng, miền, chưa có các dịch vụ đường truyền mặt đất, hay kết nối vệ tinh.

Lớp 3 - Lớp các trạm truy cập nhanh (Hot Spot Layer). Các thiết bị định tuyến công suất thấp, hay các máy vi tính (PC) vận hành trong một phạm vi ngắn (40 - 50m), tạo thành các mạng cục bộ (LANs), sẽ sử dụng loại tiêu chuẩn 802.11. Đây là lĩnh vực cực kỳ mới của công nghệ kết nối mạng, cho phép các cá nhân truy cập và rời khỏi mạng một cách nhanh chóng. Các mạng không dây có thể được xây dựng tại nhà, hay tại một nhóm dân cư. Các trạm truy cập nhanh (Hot spot) thường được xây dựng tại các nơi công cộng, như khách sạn hay tiệm ăn và thường được kết nối với mạng Internet. Thậm chí, có một số cá nhân đã tiến hành thử nghiệm với các trạm truy cập nhanh, thông qua các đường điện thoại, để tạo ra một mạng số liệu "lậu", bao quát một số khối chung cư ở các khu trung tâm. Sáng tạo hơn nữa, các chiếc máy vi tính chỉ cần 2 tấm thẻ cho phép sử dụng công nghệ không dây (Wirless Cards), là có thể hoạt động như là một

chiếc cầu nối giữa các mạng với nhau. Khi sử dụng giao thức truyền giọng nói trên mạng Internet (VoIP), chúng còn có thể truyền giọng nói trên mạng.

Lớp 4 - Lớp cổng cho đơn vị cá nhân. Đây là lớp chứa đựng các "thiết bị truyền thông cá nhân" băng rộng thế hệ 4. Các thiết bị này đảm bảo truy cập ngược tới các thiết bị truyền thông quen thuộc (như tháp truyền tín hiệu, hệ thống định vị toàn cầu) và truy cập xuôi tới môi trường điện toán ở khắp mọi nơi thuộc lớp Pico-net.

Lớp 5 - Lớp Pico-net cho đơn vị/cá nhân (Personal/ Agent Pico-net Layer). Đây là Thế giới điện toán có mặt ở khắp mọi nơi, phục vụ các nhu cầu xã hội, như thông báo cho các cá nhân biết về địa chỉ các khách sạn, cũng như những sự cố tắc nghẽn giao thông ở địa phương.

Lớp 6 - Lớp thiết bị cảm biến thông tin (Info-Sensor Layer) là nơi hoạt động của các thiết bị cảm biến thông minh, đặt ở đối tượng, có khả năng tương tác với nhau, được gắn mã số nhận dạng tần số vô tuyến (RFID), cho phép tất cả những phương tiện giao thông nào được gắn chúng vào đều có thể được kiểm soát tình trạng một cách tức thời và di động. Ví dụ, một mạng lưới các thiết bị cảm biến nhiệt độ trong một tòa nhà, có thể giúp những người lính cứu hỏa xác định chính xác cường độ của ngọn lửa tại mọi điểm trong tòa nhà đó.

Lớp 7 - Lớp cố định (Fixed Layer). Trong khi có sự linh hoạt đáng kể với 6 lớp nêu trên, thì băng thông rộng vô hạn của các mạng cáp quang cố định sẽ có ý nghĩa cốt tử đối với việc phần lớn các ứng dụng. Quả thực là, nếu không có cơ sở hạ tầng này, thì 6 lớp ở trên có lẽ sẽ không đạt được khả năng tiềm tàng của chúng. Các mạng không dây sẽ truy cập tới mạng kết nối từ điện thoại di động hay từ các địa điểm xa xôi.

Trong hình vẽ nêu trên, các lớp sẽ truyền thông với nhau và có thể truyền nhảy cách với nhau, chứ không nhất thiết phải truyền tuần tự qua các lớp. Cần lưu ý rằng, trong tương lai tại bất kỳ lớp nào nêu trên, các tác nhân phần mềm cũng đều có thể thay thế con người. Còn những tác nhân máy móc sẽ phát triển về chức năng và có mức độ chủ động sẽ phải cần thêm vài thập niên nữa.

Trong những thập niên đầu của Thế kỷ XXI, các nước tư bản phát triển nhất Thế giới sẽ hoàn thành việc chuyển dịch sang xã hội thông tin và kể từ đó trở đi kỷ nguyên thông tin sẽ chính thức bắt đầu. Để kịp nhịp bước vào kỷ nguyên mới này, hầu như khắp mọi nước và các khu vực trên Thế giới đều đã có những phản ứng nhanh chóng kịp thời đối với những thách thức mới mà cuộc cách mạng khoa học công nghệ mới, cách mạng thông tin và nền kinh tế tri thức đặt ra, để kịp hòa nhập vào trào lưu phát triển chung của Thế giới hiện nay và tới đây. Điều đó phản ánh rõ nét trong các chiến lược phát triển khoa học công nghệ, nhất là đối với các ngành công nghệ cao ở các nước trên Thế giới hiện nay.

2. Gen học (Genomics).

Nếu Thế kỷ XX là Thế kỷ của vật lý và hóa học, thì Thế kỷ XXI sẽ là *Thế kỷ sinh học*. Vào năm 2015, *Công nghệ sinh học* sẽ cách mạng hoá bản thân cuộc sống loài người thông qua việc tiếp tục hoàn thiện và khả năng vận dụng trong việc trắc diện, sao chép và thao tác các gốc gen ở động và thực vật; đồng thời mở rộng các cơ hội hiểu biết các vật thể sống hiện có, cơ thể có điều khiển, cũng như tạo ra các cơ thể sống mới, bắt đầu từ các vi khuẩn có một bộ gen tối thiểu.

Trong thập niên 1990, các nhà khoa học đã giải được toàn bộ mã di truyền của một số cơ thể sống từ con người đến vi trùng... Chừng 50 bộ gen, kể cả những ký sinh trùng sốt rét hay các bệnh nguy hiểm khác được hoàn thành vào cuối những năm 1990. Vào cuối Thế kỷ XX, Bộ gen người với số lượng 30.000 gen hiện đã được hoàn thành khoảng 90% (vào ngày 26-6-2000) đã mở ra những công nghệ ghép gen đủ loại trên các cây cỏ, động vật và cả con người. Nếu việc sắp xếp bản đồ Bộ gen người thành công, thì sẽ mở thêm hai hướng mới cho ngành dược phẩm-đó là ngành *Dược di truyền học* (Pharmacogenetics) và ngành *Dược phẩm gen học* (Pharmacogenomics) và hai lĩnh vực sinh học mới - đó là *Gen học chức năng (Functional Genomics) và Gen học cấu trúc (Structural Genomics).*

Những bản đồ gen này, được coi như bảng tuần hoàn các nguyên tố trong ngành hóa học, có những phạm vi ứng dụng vô cùng to lớn, không chỉ trong bản thân ngành sinh vật, như cải tạo giống cây con, sản xuất dược phẩm, thuốc chữa bệnh hiểm nghèo (ung thư, HIV...) mà còn được vận dụng vào các lĩnh

vực khác, dựa trên việc kết hợp công nghệ gen với tin học, để giải thích nguồn gốc của con người trên cơ sở các siêu máy tính sinh - điện tử học làm từ các phân tử ADN.

Đầu Thế kỷ XXI, *Thế kỷ sinh học* sẽ đóng vai trò chủ đạo trên ba lĩnh vực chính: Nông nghiệp, Y-Dược học và Cải tạo môi trường:

*a) **Trong Nông nghiệp:*** Mộ thướng lớn hiện nay là tạo ra những cây lương thực lai thực vật - động vật, gọi là những cơ thể, hay cây *được chuyển gen* hay còn gọi là *biến nạp gen* (*Transgéniques*), hay *được biến đổi gen* (*Genentic Modification*). Do ở các thực vật không có kháng thể để chống vi rút hay vi khuẩn, mà ngược lại trong động vật lại có, nên các nhà khoa học đã tìm cách cấy những gen chống bệnh của động vật vào thực vật. Thí nghiệm đầu tiên là đưa vào động vật một tác nhân gây bệnh (vi rút) để sản xuất ra những kháng thể chống vi-rút này, rồi sau đó tách ra những gen miễn dịch để đưa vào thực vật. Kết quả, đã tạo ra loại thực vật có khả năng chống vi rút. Con đường nghiên cứu đang mở rộng và tự do hóa sau khi các nước thuộc Liên minh châu Âu và G7 cho phép sử dụng những loại thực phẩm đã được biến nạp gen và biến đổi gen theo những điều kiện tiêu chuẩn và quản lý nhất định.

b) Trong Y - Dược học:

- *Điều trị các bệnh di truyền.* Những nghiên cứu trong công nghệ sinh học hiện nay đang đi theo 3 hướng chính nhằm nắm vững: 1) Cơ chế gây bệnh của một gen. 2) Cơ chế gây bệnh của nhiều gen đồng thời như bệnh cao huyết áp, hen, ung thư, tâm thần... 3) So sánh các bộ gen các loài khác nhau, các gen có chức năng khác nhau... để rút ra những kết luận về các mặt bệnh lý di truyền. Các hướng nghiên cứu trên đây nhằm mục đích tìm ra những thuốc đặc trị các loại bệnh di truyền.

- *Công nghệ nhân bản (Cloning).* Vào đầu Thế kỷ XXI, việc sản xuất một cách nhân tạo các cơ thể sống giống nhau về di truyền thông qua *Công nghệ nhân bản* sẽ có ý nghĩa quan trọng đối với sản xuất các loại ngũ cốc, hoa mầu, gia súc và công tác nghiên cứu các động vật sống. Cloning sẽ vẫn là cơ chế chiếm ưu thế để tạo ra và đưa ra thị trường các tính trạng có điều khiển, để tiếp tục duy trì các tính trạng đó, cũng như để tạo ra các cơ thể giống nhau cho công tác nghiên cứu và sản xuất.

Nhiều cá nhân và thậm chí một số nước vẫn tiếp tục tiến hành nhân bản người và động vật, nhưng thông qua những nỗ lực như vậy, cái mà họ có thể đạt được vẫn chưa rõ ràng. Ngoài các vấn đề về đạo đức, việc nhân bản con người đang đặt ra nhiều vấn đề khác như khả năng mắc sai lầm tiềm tàng, những khác biệt về y học, chế độ sở hữu gen và các bộ gen đơn bội (*Genomes*), cải tạo giống loài v.v... Nghiên cứu về nhân bản con người (*Human Cloning*) sẽ vẫn tiếp tục được tiến hành với khả năng thành công vào năm 2015; nhưng sự lo ngại về đạo đức và về y tế có lẽ sẽ khiến cho luật pháp và công luận hạn chế việc nhân bản con người trên quy mô lớn.

c) ***Trong Bảo vệ môi trường:*** Có thể tạo ra một tế bào có khả năng loại trừ các chất thải phóng xạ bằng cách ghép vào bộ gen của tế bào đó một đoạn gen có mã khử các chất gây ô nhiễm, hay các kim loại nặng, chẳng hạn như *uranium*. Trong công nghiệp giấy, việc phát hiện ra và kích thích enzym điều khiển sự phát triển xellulô trong thực vật đã góp phần tăng đáng kể lượng xellulô và làm giảm những phần tử không cần thiết khác, nhất là những thành phần gây ô nhiễm lớn.

Nhìn lại ba thập niên vừa qua, sự phát triển mạnh mẽ của ngành CNSH đã thực sự là chất xúc tác cho các nỗ lực chủ yếu về khoa học và kinh tế. CNSH đã trở thành một trong những chiều hướng công nghệ then chốt, có tính nền tảng, đặc trưng cho một làn sóng xã hội mới (*New Societal Wave*) đang bắt đầu nhen nhóm, với cốt lõi là một loạt các ngành có liên quan tới các khoa học về sinh học - như kỹ thuật gen, các khoa học về sự sống, sản xuất thực phẩm, sản xuất công nghiệp sinh học, phân tích môi trường, v.v... Làn sóng xã hội mới này được các nhà khoa học đặt tên là "*Xã hội sinh học*" (Bio-Society) để phân biệt với "*Xã hội nông nghiệp*" (Agrarian Society), "*Xã hội công nghiệp*" (Industrial Society) và "*Xã hội thông tin*" (Information Society).

Xã hội nông nghiệp chủ yếu dựa vào kỹ thuật canh tác nông nghiệp, nhằm vào việc thỏa mãn các nhu cầu cơ bản (ăn, mặc, ở v.v...)! *Xã hội công nghiệp* phát triển và sử dụng công nghệ sản xuất đại trà, nhằm không chỉ đáp ứng các nhu cầu cơ bản, mà còn đáp ứng các như cầu có tính hữu hình hơn. *Xã hội thông tin* dựa trên các công nghệ thông tin, truyền thông và viễn thông, định hướng vào đáp

ứng các nhu cầu tinh thần, có tính phi vật chất, như giao lưu, văn hóa, học tập và giải trí v.v... *Xã hội sinh học* ngoài việc tập trung chú ý vào đáp ứng các nhu cầu phi vật chất, còn coi nền tảng công nghệ và năng lực chuyển hóa công nghệ là các yếu tố trọng tâm và cốt lõi.

Theo đà phát triển của khoa học và công nghệ, vào giữa Thế kỷ XXI, tiếp theo *Xã hội sinh học*, sẽ có khả năng xuất hiện một xã hội mới nữa, dưới tên gọi là *"Xã hội hòa nhập"* (Fusion Society). Trong đó, các công nghệ chuyên biệt sẽ được hội tụ lại thành các hệ thống công nghệ hợp nhất (Systemic Totalities), có khả năng làm hòa tan các ranh giới phân cách các loại công nghệ khác nhau và kết nhập những loại công nghệ trước đó với nhau.

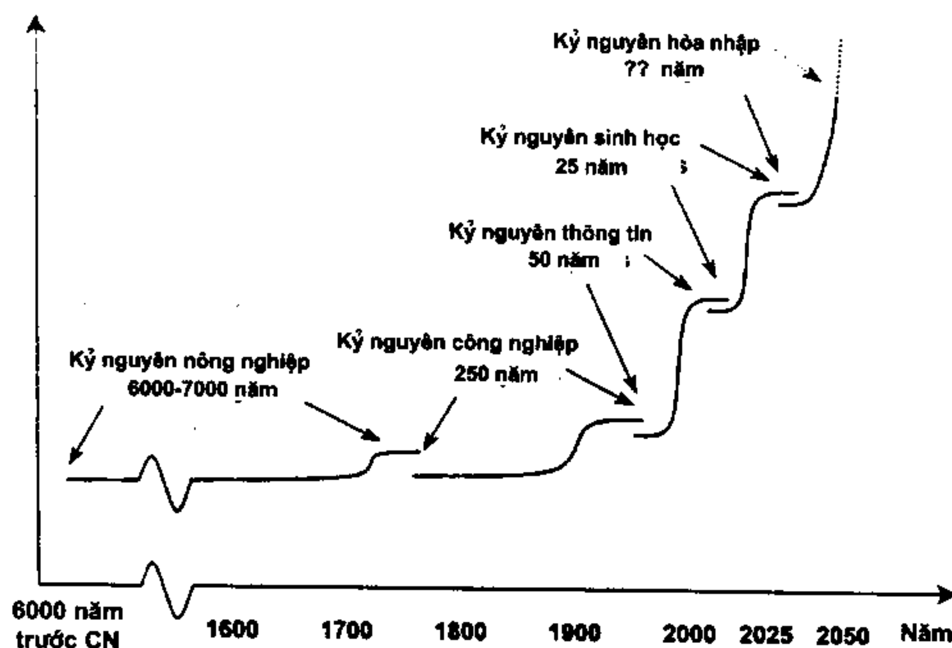
Xã hội hòa nhập sẽ mang những đặc điểm đặc trưng chính của các làn sóng xã hội trước nó như *Xã hội sinh học, Xã hội thông tin, Xã hội công nghiệp* và *Xã hội nông nghiệp*. Nhưng đặc điểm có tính đặc trưng nhất của Xã hội hợp nhất sẽ là đặc tính có tính hệ thống của nó - đó là sự tương tác có tính phức hợp giữa các công nghệ khác nhau, với môi trường, nền kinh tế và xã hội (Hình 3).

Trong *Xã hội hòa nhập* sẽ có hai cách tiếp cận công nghệ trong lĩnh vực nghiên cứu và phát triển (R&D) mà các công ty cần tận dụng: 1) *Cách tiếp cận có tính đột phá* dựa trên ý tưởng cho rằng, các thế hệ công nghệ mới hơn sẽ thay thế các thế hệ công nghệ cũ hơn; 2) *Cách tiếp cận hợp nhất công nghệ* dựa trên những sự kết nhập có tính sáng tạo các công nghệ hiện có. Những sự kết nhập đó đều mang tính phi tuyến và là những sự hòa trộn có tính bổ sung của các công nghệ riêng rẽ trước đây.

Mặc dù *Xã hội hòa nhập* mới chỉ là những ý tưởng phác thảo sơ bộ, nhưng trên thực tế hiện nay, cùng với sự xuất hiện công nghệ nanô, khả năng hòa trộn và hội tụ của công nghệ này với các ngành công nghệ cao như CNSH, CNTT v.v... đang ngày càng được thể hiện một cách rõ nét.

Với tính cách là một ngành công nghiệp công nghệ cao, cho tới nay, ngành CNSH hiện đại đã và đang trải qua 3 *"làn sóng"* phát triển.

Làn sóng CNSH thứ nhất xuất hiện ở Mỹ vào cuối những thập niên 70 của Thế kỷ XX, ở cấp độ ban đầu, tập trung vào các ứng dụng CNSH trong y tế. Vào giữa thập niên 90 của Thế kỷ XX, ***Làn sóng CNSH thứ hai*** khởi đầu bằng việc chuyển mạnh mẽ



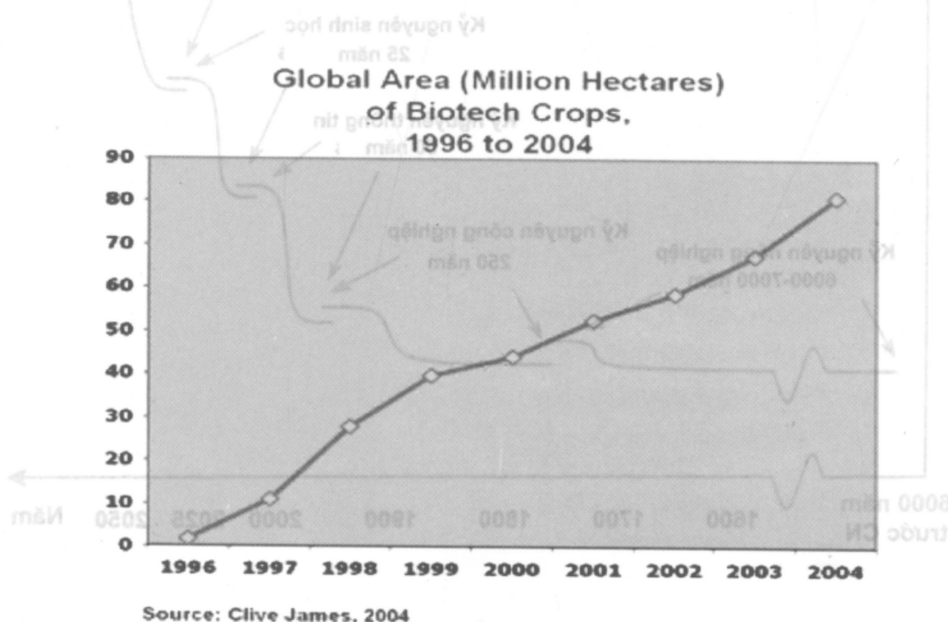
Hình 3. Các giai đoạn phát triển của xã hội

trọng tâm nghiên cứu vào các ứng dụng CNSH trong nông nghiệp. Điều này thể hiện rõ nét ở sự phát triển nhanh chóng của lĩnh vực các cây nông nghiệp được biến đổi gen trên quy mô toàn cầu. Mặc dù có tốc độ phát triển cao, nhưng có tới 90% các loại cây được biến đổi gen chủ yếu được triển khai chỉ tại 6 nước là Mỹ, Achentina, Braxin, Trung Quốc, Nam Phi và Canađa. Việc bùng lên sự phản kháng của người tiêu dùng đối với loại cây biến đổi gen này, tại một số thị trường chủ chốt trên Thế giới, như Châu Âu và Nhật Bản, đã cho thấy vẫn có một mức độ chưa ổn định trong quỹ đạo phát triển tương lai của ngành CNSH ở cuối Thế kỷ XX. Tuy nhiên, số nước trồng cây biến đổi gen vẫn tăng lên gấp 3 lần trong thời gian 9 năm, từ 6 nước năm 1996 lên 9 nước năm 1998, rồi lên 12 nước năm 1999 và 17 nước năm 2004.

Thập niên đầu của Thế kỷ XXI, khởi đầu ***Làn sóng CNSH thứ ba*** bằng việc chuyển phần lớn trọng tâm nghiên cứu CNSH và khu vực kinh doanh các sản phẩm CNSH sang các ứng dụng và các ngành khoa học có liên quan tới y tế và phúc lợi, với cốt lõi là các CNSH công nghiệp và CNSH môi trường. Hiện nay, CNSH công nghiệp chủ yếu bao gồm các công nghệ xử lý sinh học (sử dụng các vi sinh vật và các enzym) để sản xuất ra các sản phẩm đặc biệt như các chất tẩy, các dược phẩm dinh dưỡng và một số loại dược phẩm. Theo dự báo, tới đây việc sản xuất các sản phẩm tiêu dùng có thể tái tạo (như nhiên liệu và năng lượng sinh khối từ gỗ) sẽ được đẩy mạnh, sẽ xuất hiện những xí nghiệp tinh chế sinh học (Biofineries), tương tự với các xí nghiệp tinh chế các sản phẩm hóa dầu hiện nay.

Khi khoa học về sự sống chủ yếu tập trung vào CNSH công nghiệp và môi trường, còn xuất hiện nhiều lĩnh vực quan trọng mới trong việc phát triển các vật liệu mới, triển khai các quy trình sinh học, bao gồm ngành *"Hóa học xanh"* và ngành phỏng sinh học (Biomimetics). Đây là những ngành chuyên sử dụng các nguyên lý thiết kế sinh học trong các ứng dụng phi sinh học. Ở đây có thể liệt kê một số lĩnh vực CNSH đặc biệt như: Thiết bị cảm biến sinh học *(Biosensors);* Gen học dược liệu *(Pharmacogenomics)* và ngành Y học cá nhân hóa *(Personalized Medicine);* Gen học protein *(Proteomics);* Y học dự báo *(Predictive Medicine);* Trị liệu gen *(Gen Therapy);* Vacxin đơn dòng *(Monoclonal Vaccines);* Các sinh vật biến đổi gen, Các tế bào gốc *(Stem Cell);* Sinh sản vô tính (Clonning); Gen học về nông nghiệp và thực phẩm; Gen học về động vật; Thủy canh *(Aquaculture);* Công nghệ môi trường, bao gồm cả Sửa chữa và Điều trị sinh học *(Bioremediation);* Công nghiệp sinh học; Vật liệu sinh học; Các nguồn nhiên liệu.

Tình hình trồng và mua bán cây trồng công nghệ sinh học - cây trồng biến đổi gen trên thị trường trong năm 2004. Sau gần một thập niên đầu tiên các cây trồng biến đổi gen được trồng và mua bán trên thị trường Thế giới; năm 2004, các loại cây trồng biến đổi gen được trồng trên một tổng diện tích là 81 triệu hecta, tăng 20% hay 13,3 triệu hecta so với năm 2003 *(hình 3)*. Trong khoảng thời gian 9 năm từ 1996 đến 2004, diện tích cây trồng biến đổi



Hình 4. Diện tích canh tác các cây trồng biến đổi gen.

gen trên toàn Thế giới đã tăng trên 47 lần - từ 1,7 triệu hecta năm 1996 lên 81 triệu hecta năm 2004 (*hình 4*). Tỷ lệ trồng loại cây trồng này là một trong những tỷ lệ áp dụng công nghệ về cây trồng cao nhất trong nông nghiệp; điều này cho thấy, ngày càng có nhiều nông dân tại các nước phát triển và đang phát triển chấp nhận và trồng cây trồng biến đổi gen.

Tóm lại, trong khoảng thời gian từ 1996 đến 2004, các loại cây trồng biến đổi gen đã được 25 triệu nông dân trồng thành công trên tổng diện tích luỹ kế là 385 triệu hecta, hay 951 triệu mẫu Anh. Diện tích cây trồng biến đổi gen hàng năm liên tục tăng hai con số, kể từ khi loại cây trồng này lần đầu tiên được đưa vào trồng với mục đích thương mại năm 1996 đã chứng tỏ sự tin tưởng mạnh mẽ của những người trồng đối với cây trồng biến đổi gen (*bảng 9*).

Về diện tích cây trồng biến đổi gen tại các nước phát triển và đang phát triển từ năm 1996-2004, trong năm 2004, hơn một phần ba diện tích cây trồng biến đổi gen, tương đương với 27,6 triệu hecta được trồng tại các nước đang phát triển. Trong khi một phần đáng kể cây trồng biến đổi gen (66%) được trồng tại các nước phát triển, thì thị phần cây trồng biến đổi gen tại các nước đang phát triển lại liên tục tăng nhanh hàng năm với mức tăng cao tại các nước Châu Á như Trung Quốc, Ấn Độ và Philippin, cũng như tại Achentina, Braxin và Mêxicô, cùng với Uruguay và Paraguay ở Châu Mỹ Latinh

Năm	Hecta (Triệu)	Mẫu (Triệu)
1996	1,7	4,3
1997	11,0	27,5
1998	27,8	69,5
1999	39,9	98,6
2000	44,2	109,2
2001	52,6	130,0
2002	58,7	145,0
2003	67,7	167,2
2004	81,0	200,0
Tổng	**384,6**	**951,3**

Bảng 9. Diện tích trồng cây trồng biến đổi gen hàng năm

Nguồn: Clive James, 2004.

và Nam Phi tại Châu Phi. Tại các nước đang phát triển, mức tăng diện tích trồng cây công nghệ sinh học tăng cao gần gấp ba lần (35%) so với mức tăng diện tích tại các nước công nghiệp (13%).

Diện tích trồng cây biến đổi gen phân theo nước. Trong năm 2004, có 14 nước có diện tích trồng cây công nghệ sinh học từ 50.000 hecta trở lên (*bảng 10*) bao gồm: Hoa Kỳ, Achentina, Canada, Braxin, Trung Quốc, Paraguay, Ấn Độ, Nam Phi, Uruguay, Ôxtrâylia, Rumani, Mêxicô, Tây Ban Nha và Philippin. Điều này cho thấy sự tham gia ngày càng cân đối và ổn định của nhóm các nước có diện tích trồng cây biến đổi gen thuộc loại lớn.

Năm 2004, Ấn Độ là nước có diện tích trồng cây biến đổi gen tăng cao nhất với diện tích trồng bông Bt tăng 400% so với năm 2003. Tiếp đến là Uruguay (diện tích trồng tăng 200%), Ôxtrâylia (100%), Braxin (66%), Trung Quốc (32%), Nam Phi (25%), Canada (23%), Achentina (17%) và Hoa Kỳ (11%).

Năm 2004, lần đầu tiên diện tích trồng đậu tương biến đổi gen của Paraguay đạt 1,2 triệu hecta, chiếm 60% trong tổng diện tích 2 triệu hecta trồng đậu tương trên cả nước. Bungari và Inđônêxia không có bản báo cáo về bông và ngô biến đổi gen trong năm 2004 do giấy phép canh tác đã hết hạn.

Các loại cây trồng công nghệ sinh học phổ biến trong năm 2004. Đậu tương chịu thuốc diệt cỏ tiếp tục là loại cây trồng biến đổi gen phổ biến nhất trong năm 2004, chiếm đến 48,4 triệu hecta, tương đương với 60% trong tổng số 81 triệu hecta diện tích trồng các loại cây trồng công nghệ sinh học trên Thế giới (*bảng 11*). Đậu tương biến đổi gen được trồng với mục đích thương mại tại Hoa Kỳ, Achentina, Braxin, Paraguay, Canada, Uruguay, Rumani, Nam Phi và Mêxicô.

Loại cây trồng biến đổi gen phổ biến thứ hai là ngô Bt, được trồng trên diện tích 11,2 triệu hecta, tương đương với 14% diện tích cây trồng biến đổi gen trên toàn cầu. Ngô Bt được trồng với mục đích thương mại tại Hoa Kỳ, Achentina, Canada, Nam Phi, Tây Ban Nha, Philippin, Uruguay, Hondurat và Đức.

Loại cây trồng biến đổi gen phổ biến thứ ba là bông Bt, được trồng trên diện tích hơn 4,5 triệu

Nước	2003	2004	Nước	2003	2004
Hoa Kỳ*	42,8	47,6	Ôxtrâylia*	0,1	0,2
Achentina*	13,9	16,2	Rumani*	< 0,1	0,1
Canada*	4,4	5,4	Mêxicô*	< 0,1	0,1
Braxin*	3,0	5,0	Tây Ban Nha*	< 0,1	0,1
Trung Quốc*	2,8	3,7	Philippin*	< 0,1	0,1
Paraguay*	--	1,2	Côlômbia*	< 0,1	< 0,1
Ấn Độ*	0,1	0,5	Honđurat*	< 0,1	< 0,1
Nam Phi*	0,4	0,5	Đức*	< 0,1	< 0,1
Uruguay*	0,1	0,3			
			Tổng số*	**67,7**	**81,0**

Bảng 10, Diện tích cây trồng biến đổi gen của các nước (Triệu hecta)

** Các nước có diện tích trồng cây công nghệ sinh học thuộc loại lớn, từ 50.000 hecta trở lên trong năm 2004.*
Nguồn: Clive James, 2004.

	Triệu hecta	% Diện tích
Đậu tương chịu thuốc diệt cỏ	48,4	60
Ngô Bt	11,2	14
Bông Bt	4,5	6
Ngô chịu thuốc diệt cỏ	4,3	5
Canola chịu thuốc diệt cỏ	4,3	5
Ngô chịu thuốc diệt cỏ/Bt	3,8	4
Bông chịu thuốc diệt cỏ/Bt	3,0	4
Bông chịu thuốc diệt cỏ	1,5	2
Tổng số	81,0	100

Bảng 11. Các loại cây trồng biến đổi gen phổ biến trong năm 2004
Nguồn: Clive James, 2004

hecta tại 8 nước: Trung Quốc, Ấn Độ, Ôxtrâylia, Hoa Kỳ, Mêxicô, Achentina, Nam Phi và Colombia, tương đương 6% diện tích cây trồng biến đổi gen trên toàn Thế giới.

Tình hình ứng dụng đậu tương, ngô, bông và cải dầu canola biến đổi gen trên toàn cầu. Để đánh giá tình trạng cây trồng biến đổi gen trên toàn cầu, có thể xem xét tỷ lệ trồng cây biến đổi gen trong tổng diện tích trồng toàn cầu đối với 4 loại cây trồng chủ chốt là - đậu tương, bông, cải dầu canola và ngô biến đổi gen.

Trong năm 2004, 56% trong tổng số 86 triệu hecta diện tích đậu tương trên Thế giới là đậu tương biến đổi gen - tăng so với tỷ lệ 55% năm 2003 mặc dù diện tích đậu tương trên Thế giới đã tăng từ 76 triệu hecta năm 2003 lên 86 triệu hecta năm 2004. 28% trong tổng diện tích 32 triệu hecta trồng bông toàn Thế giới là bông biến đổi gen (tương đương 9 triệu ha). Diện tích trồng cải dầu canola biến đổi gen trong tổng diện tích trồng cải dầu canola trên toàn cầu tăng từ 16% năm 2003 lên 19% trong năm 2004, tương đương 4,3 triệu hecta. Tương tự như vậy, trong số 143 triệu hecta trồng ngô trên Thế giới

trong năm 2004, 14% là diện tích trồng ngô biến đổi gen, tăng đáng kể so với con số 11% của năm 2003. Nếu tính tổng diện tích cả bốn loại cây trồng này (bao gồm cả cây trồng thông thường và cây trồng công nghệ sinh học) thì diện tích trồng cây biến đổi gen chiếm 29% trong tổng diện tích trồng 4 loại cây kể trên trên toàn cầu, tăng đáng kể so với tỷ lệ 25% trong năm 2003.

Doanh số bán cây trồng biến đổi gen trên toàn cầu. Trong năm 2004, doanh số bán cây trồng biến đổi gen trên toàn cầu đạt 4,70 tỷ đôla, chiếm 15% trong tổng số 32,5 tỷ đôla kim ngạch thị trường cây trồng được bảo hộ trên Thế giới năm 2003 và chiếm 16% trong tổng số 30 tỷ đôla doanh số thị trường hạt giống Thế giới. Doanh số này được tính dựa trên giá bán hạt giống chuyển gen cộng với bất cứ chi phí công nghệ nào khác được ứng dụng. Trong năm 2005, doanh số bán cây trồng biến đổi gen trên Thế giới dự kiến sẽ đạt từ 5 tỷ đôla trở lên.

Triển vọng tương lai của công nghệ sinh học

Trên quy mô toàn cầu, diện tích và số nước trồng cây trồng biến đổi gen sẽ tiếp tục tăng trong năm 2005 và những năm sau. Số lượng và tỷ lệ các hộ nông dân nhỏ tại các nước đang phát triển trồng cây trồng biến đổi gen cũng sẽ tăng đáng kể để đáp ứng nhu cầu về cây trồng dùng làm lương thực, thực phẩm và thức ăn chăn nuôi cũng như nhu cầu về thịt của dân số đang ngày một gia tăng. Một xu hướng tương tự cũng có thể xảy ra đối với các nước nông nghiệp nghèo hơn ở Đông Âu mới gia nhập EU và những nước dự kiến sẽ gia nhập vào năm 2007 cũng như sau năm 2007. Cũng có những tiến triển ở Liên minh Châu Âu trong năm 2004 với việc Uỷ ban Châu Âu cho phép nhập khẩu hai loại ngô chuyển gen Bt 11 và NK 603 và 17 giống ngô với đặc tính kháng sâu bệnh được gọi là MON 810, để dùng làm thực phẩm và thức ăn gia súc. Dự kiến đến năm 2010, diện tích cây trồng biến đổi gen trên Thế giới sẽ tiếp tục tăng, đạt 150 triệu hecta với khoảng 15 triệu người trồng tại 30 nước trên Thế giới.

Nhìn chung, trong lĩnh vực công nghệ sinh học và gen học, những công nghệ sớm có triển vọng đã nêu trên cho thấy khả năng xuất hiện một số hướng công nghệ hướng dẫn động có tính then chốt như sau:

- Khả năng tạo ra các chuỗi gen và các protein.

- Năng lực cao trong việc giám sát và đo lường các hiện tượng ở cấp phân tử và trong những môi trường khác biệt ở xa.

- Khả năng thay thế các quy trình công nghiệp bằng các quy trình nông nghiệp có tính bền vững.

- Tìm hiểu ở mức cao hơn các nguyên nhân đặc thù và các đơn thuốc chữa trị đặc thù cho một loạt lớn các bệnh tật. Năng lực tiên đoán có tính hoàn thiện cao đối với các cá nhân đang có nguy cơ mắc bệnh.

- Khả năng tìm hiểu những tương tác ở mức độ lớn hơn của các hiện tượng sinh học, có khả năng dẫn tới một mô hình dịch tễ học sinh thái và năng lực điều khiển mô hình đó.

- Có khả năng tạo ra "*Các ngành sinh thái học tối thiểu*" - đó là những môi trường trong các hệ thống khép kín (trạm Vũ trụ) có thể hỗ trợ cuộc sống trên một nền tảng bền vững.

Ảnh hưởng của những hướng dẫn động đó hết sức phụ thuộc vào quy mô áp dụng chúng. Hiện nay có thể dễ dàng nêu ra những công nghệ có tính khả dĩ, nhưng chưa có tác dụng nhiều, bởi vì chúng đều không có khả năng hiện diện một cách rộng rãi. Tuy nhiên, ở đây vẫn có thể nêu ra một số tác dụng sau:

- Khả năng nắm bắt và giám sát các bệnh chủ yếu có thể tạo nên chỗ dựa ngày càng lớn vào các cách tiếp cận *"bên ngoài bệnh nhân"* đối với việc đảm bảo y tế. Việc giám sát từ xa và năng lực y học từ xa có thể cho phép tiếp cận rộng rãi hơn trong việc chăm sóc y tế công cộng.

- Các loại thuốc mới và các quy trình mới cùng với các năng lực tiên đoán có thể làm tăng nhu cầu về các sản phẩm y tế, đồng thời có thể làm tăng chi phí tổng thể.

- Các quy trình sinh học thay thế các quy trình công nghiệp có thể sẽ làm tăng, chứ không giảm đi các cú sốc về môi trường, khi khu vực nông nghiệp phát triển. Đây là một điều chưa biết đến, nhất là đối với lĩnh vực năng lượng.

Theo các dự báo, các CNSH khả dĩ có thể xuất hiện trong tầm ngắn hạn, trung hạn và dài hạn sau đây (bảng 12).

Các công nghệ sinh học hiện nay và trong tầm ngắn hạn tới 2010
PDMs - Các thiết bị y tế số hóa trợ giúp cá nhân có thể đo lường được một loạt các chỉ số về sức khỏe, cung cấp, tư vấn các thông tin và có thể kết nối điện tử với các nhà y học chuyên nghiệp.
Các thiết bị cảm biến sinh học có thể giám sát và đo lường khả năng sửa chữa và điều trị sinh học tại chỗ. Chúng có thể được ứng dụng vào các chất gây ô nhiễm, là những chất khó đo lường được và khó định vị được vị trí bị ô nhiễm.
Chíp gen - có thể bao gồm cả các chất tạo nên gen người và có thể thử nghiệm cho hơn 100.000 điều kiện, sẽ được các nhà chuyên môn sử dụng trong một số ứng dụng đã lựa chọn.
Nhiều loại thuốc cũ và mới có thể được kê đơn, sau khi bệnh nhân đã được chẩn đoán về gen để đánh giá độ an toàn và mức hiệu quả. Việc kê đơn thuốc có thể bao gồm cả bộ dụng cụ chẩn đoán gen.
Đứa trẻ đầu tiên được sinh sản bằng kỹ thuật vô tính có thể được chấp nhận.
Clonning các tế bào gốc phôi trong trị liệu.
Những kỹ thuật tinh vi có thể loại trừ phần lớn những sự dị thường và tỷ lệ chết trong đàn gia súc được clonning.
Các vi sinh vật được thực hiện kỹ thuật sinh học với tính cách là các chất xúc tác sinh học dùng trong công nghiệp, chẳng hạn, sản xuất lizin từ đường để nuôi gia súc.
Các loại cây "xanh" được chuyển gen có thể sử dụng các gen đã được thay đổi từ cây gốc, chứ không dùng tới các vật liệu ngoại lai.
Các vacxin chứa sữa có thể được sản xuất từ bò chuyển gen và được chấp thuận cho người sử dụng.
Sớm đưa vào sử dụng các sinh vật được biến đổi gen để loại bỏ các vật liệu khó phân hủy.
Các thực vật ưa sống trong những điều kiện cực trị được sử dụng trong các ứng dụng vũ trụ.
Các công nghệ sinh học trong tầm trung hạn từ 2010 tới 2020
Chíp gen rẻ tiền và có ở khắp mọi nơi. Chíp này có thể được sử dụng trong các hệ thống y tế và trong một số trường hợp, có thể được các cá nhân sử dụng để tự chăm sóc.
Các loại thuốc được thiết kế cho các genotypes và phenotypes có thể bắt đầu xuất hiện trên thị trường. Ngành gen học dược liệu thúc đẩy cả quá trình phát hiện và phê chuẩn. Ngành kinh tế học dược phẩm sẽ dịch chuyển từ việc sản xuất các loại thuốc "bán chạy" sang các loại thuốc có công dụng đặc biệt.
Việc xem xét toàn diện về gen, về hành vi và môi trường có thể có khả năng tiên đoán được mức độ mắc phần lớn các bệnh truyền nhiễm chính.
Trị liệu gen có thể được sử dụng rộng rãi để điều trị một số bệnh di truyền.
Các tế bào gốc sẽ được cấy và phát triển trong các tế bào có khả năng sản xuất ra dopamine để điều trị các bệnh nhân bị mắc bệnh Parkinson

Các vụ thu hoạch biến đổi gen có trị giá trên 30 triệu USD hàng năm được coi là khả dĩ.
Ngành thuỷ canh trên Thế giới vượt xa ngành sản xuất thịt bò.
Công nghệ môi trường toàn cầu đạt giá trị 2000 tỉ USD trong đó 20% dành vào việc sửa chữa tin học.
Áp lực của người tiêu dùng và những mối quan tâm về môi trường thúc đẩy sự chuyển dịch sang nền chế tạo sinh học bền vững về môi trường trong các ngành hoá chất, dệt may, sản xuất giấy, thực phẩm và công nghiệp.
Nhiên liệu sinh học chiếm 5% nhiên liệu ô tô ở Châu Âu.
"Mô hình thực vật ảo" trên máy tính có thể được sử dụng để tìm hiểu sinh lí học cây trồng và các biến đổi di truyền đã chọn lọc.
Các liệu pháp sinh học có thể được đa số các cá nhân bị ung thư, hoặc có nguy cơ mắc ung thư sử dụng. Chúng sẽ giám sát sự phát triển sớm, nhận dạng các khối u nhỏ, xử lí chính xác mục tiêu, giám sát các phản ứng và đánh giá sự chẩn đoán.
Vác-xin ngăn chặn ban đầu cho một loại ung thư đặc biệt khả dĩ.
Các cơ quan chuyển gen của lợn nào giảm bớt được sự đào thải ở người có thể được sử dụng để cấy ghép tim, gan và thận.
50% tất cả các loại thuốc mới có thể dựa vào ngành gen học. Chúng có thể được thiết kế riêng cho một phạm vi dân cư nhỏ.
Các công cụ của ngành gen học dược liệu có thể giảm bớt được 30% chi phí sản xuất thuốc và phê chuẩn. Thời gian từ lúc phát hiện tới sự phê chuẩn thường kỳ có thể giảm xuống 50%.
Pháp luật có tính tổng hợp ở Châu Âu và Bắc Mỹ có thể xác định được những phản kháng chống lại sự *"phân biệt"* dựa trên ngành Y học dự báo.
Công nghệ nanô ở cấp phân tử có thể được sử dụng trong việc chế tạo các kết cấu phân tử để sử dụng trong việc bốc thuốc theo kĩ thuật sinh học.
Bệnh kinh niên chính số một có thể được ngăn chặn ở cấp phân tử bởi các loại thuốc được điều chế bằng kĩ thuật di truyền.
Nền kinh tế dựa trên sinh học bắt đầu bằng việc sản xuất trong nông nghiệp những nguồn năng lượng và tài nguyên quan trọng.
Sản xuất thương mại khí Hydro từ nước có sử dụng tảo biến đổi gen được dùng cho các pin nhiên liệu để sản xuất ra điện.
Các công nghệ sinh học cho tầm dài hạn từ năm 2020 đến 2030.
50% protein của ngành thuỷ sản toàn cầu đi từ phương pháp thuỷ canh.
Phương pháp mô phỏng sinh học được sử dụng để tạo ra các cơ cấu tự sửa chữa và các hệ thống bảo vệ nhiệt.

Bảng 12. Dự báo các công nghệ sinh học trong tầm ngắn hạn, trung hạn và dài hạn

3. Công nghệ phỏng sinh học (Bionics)

Viễn cảnh của Thế giới người máy thông minh, của trí tuệ nhân tạo (AI) và của máy tính ngày mai sẽ dựa trên sự phỏng tạo theo mô hình sinh vật. Máy móc thiết bị văn phòng sẽ có bộ mặt con người: chúng sẽ nghe và làm theo lệnh của thủ trưởng và sẽ phát triển các giác quan. Máy có thể mô phỏng các kịch bản dự báo khí tượng, dự báo chứng khoán, dự báo các tai họa ... Máy sẽ trông nom, chăm sóc trẻ em, bệnh nhân và giúp người mù. Máy có thể tự tổ chức thành các mạng lưới, để thực hiện những nhiệm vụ mới hoặc tự liên lạc với nhau bằng những ngôn ngữ mà con người chưa hề tạo ra.

Nhờ những tiến bộ vượt bậc về vi tiểu hình hoá điện tử, cơ - vi điện tử hiện nay và cơ - vi quang tử vào đầu Thế kỷ XXI, tới đây có thể chế tạo ra rất nhiều loại rô-bốt tinh vi được điều khiển tự động từ xa, trên toàn cầu hay trong Vũ trụ; thực hiện những công tác phức tạp, nguy hiểm trong những điều kiện khắc nghiệt, có thể tự quyết định hành vi của mình trong điều kiện môi trường động; có những giác quan, có bộ mặt như người và với một trí tuệ gần như tự nhiên. Ở những người máy loại này, cấu trúc tuyến tính và lôgic của những mạch vi điện tử truyền thống đã được thay thế bằng các cấu trúc kiểu mạng nơron ở não người. Những *"mạng nơron"* này không nhất thiết phải được chương trình hóa, mà có khả năng học tập, phản ứng, tác động đến môi trường, nhạy cảm với các giác quan, tự động quyết định theo các tình huống động, trả lời theo lệnh của con người.

Trong một tương lai không xa lắm, nhiều người có thể được chứng kiến những rôbôt giống như người (humanoid). Những rôbôt này sử dụng những biểu hiện hay động tác giống như người để làm giao diện giữa người và rôbôt. Điều này rất quan trọng, tạo điều kiện để con người giao tiếp với rôbôt trong cuộc sống thường nhật. Những rôbôt đang ở giai đoạn cuối của nghiên cứu-triển khai đã được nhanh chóng đưa ra, như Packbot của IRobot. Đó là những rôbôt mà các binh sĩ có thể mang theo và sử dụng. Chúng có thể vượt qua đầm lầy và sông nước để truyền thông tin về nhờ được trang bị các cảm biến để không cần phải phái các trinh sát viên đến những nơi nguy hiểm. Packbot được phái đến thực thi công vụ ở toà nhà bị sụp đổ và được ứng dụng trong quân sự ở quy mô lớn với tốc độ nhanh hơn dự kiến. Có áp lực lớn hơn đối với việc phát triển những rôbôt dò mìn.

Trong lĩnh vực rôbôt thương mại, chẳng hạn như Hãng Electrolux của Thụy Điển, Dyson của Anh, Korcher của Đức và Proster and Gamble của Mỹ đưa ra các rôbôt lau sàn nhà. Một lĩnh vực nữa đang lớn lên rất nhanh, đó là những rôbôt có mặt ở những nơi xa, nhất là dùng để đưa xuống kiểm tra các giếng dầu. Nhiều hãng đang bắt đầu đầu tư. IRobot chỉ vừa mới hoàn thành việc thử nghiệm 3 năm những rôbôt làm việc ở những giếng dầu và hiện nay đang bắt đầu chế tạo loạt đầu tiên. Khác với những rôbôt công nghiệp, những rôbôt này phải làm việc hoàn toàn độc lập, bởi lẽ không thể dùng tín hiệu vô tuyến để điều khiển ở những độ sâu cực kỳ như vậy, thậm chí cả cáp quang cũng vô hiệu. Nếu chúng vấp phải trục trặc gì thì phải thay đổi cấu hình và quay trở về mặt đất. Xét về tính tự quản và trí tuệ thì chúng còn hơn cả rôbôt thám hiểm sao Hoả. Ta không cần phải phái các đội công nhân sử dụng hàng tấn cáp và ống xuống kiểm tra và duy tu thiết bị dưới mặt đất; mà chỉ cần dùng rôbôt này, có trọng lượng chỉ khoảng 1 tấn, lập trình cho nó và đưa xuống giếng. Với vô số cảm biến trang bị ở rôbôt, có thể biết được tình trạng của giếng khoan để điều chỉnh.

Hiện trí tuệ nhân tạo (AI) đang có ở khắp nơi xung quanh ta, từng giây từng phút một, chỉ có điều ta không nhận thấy. Ví dụ, ở trên ô-tô, các hệ thống AI điều khiển các tham số phun nhiên liệu. Các hệ thống lập lịch trình bằng AI cho máy bay giúp lựa chọn cổng khi hạ cánh. Hay mỗi khi ta sử dụng phần mềm Microsoft, hoặc chơi các trò chơi điện tử, hệ thống AI cũng đều tham gia vào. Nhưng những rôbôt ẩn vẫn chưa có khả năng làm việc như người. Vấn đề nhận thức của rôbôt vẫn là một khâu rất khó, cần phải tìm cách giải quyết. Ở trong nhà, rôbôt lau sàn có thể nhận biết được vị trí của nó và những chỗ đang lau, nhưng vẫn chưa bằng được so với người. Ở ngoài trời lại còn khó hơn. Các hệ thống quan sát đã rất giỏi trong việc phát hiện ra sự di chuyển, bám sát được các đối tượng; thậm chí còn nhận dạng được những khuôn mặt, nhưng chưa có hệ thống nào có thể biết được cụ thể đối tượng là gì, nghĩa là chưa có được khả năng nhận dạng đối tượng nói chung. Điều này đòi hỏi cách tư duy hoàn toàn mới thì mới mong giải quyết được. Nhưng hiện tại có thể khắc phục bằng cách tìm những lĩnh vực thích hợp nhất cho chúng, như những giếng dầu chẳng hạn.

Sẽ đến một ngày nào đó, giữa ta và máy móc sẽ không có gì khác biệt nữa. Các công nghệ đã được phát triển, giúp tạo được các giao diện trực tiếp giữa hệ thần kinh với chip silic. Ví dụ, hàng vạn người hiện nay đã có những bộ phận cấy ghép ốc tai, trong đó các tín hiệu điện kích thích thần kinh thính giác. Các nhà nghiên cứu cũng đang thử nghiệm việc kết nối trực tiếp với hệ thần kinh để tạo ra những chân tay giả tốt hơn và có thể vòng qua những chỗ hư hỏng trong bộ não. Khoảng 30 năm nữa ta sẽ ứng dụng nhiều công nghệ rôbôt cho cơ thể. Chúng ta sẽ tiến hành kết hợp chip silic và thép cho rôbôt. Ta cũng sẽ chế tạo rôbôt bằng vật liệu sinh học. Chất liệu làm nên cơ thể của ta với của rôbôt sẽ ngày càng giống nhau, và ranh giới giữa ta và rôbôt sẽ bị lu mờ.

Khi con người chế tạo ra được một con rệp chứa tới hàng tỷ linh kiện, thì lúc đó ranh giới giữa sinh vật và công nghệ số không còn nữa.

4. Công nghệ nano (Nano Technology)

Trong thập niên đầu của Thế kỷ XXI, việc tiếp tục đột phá vào cấp dưới mức nguyên tử trong các lĩnh vực khoa học cơ bản, đã mở ra cho toàn thể nhân loại triển vọng xuất hiện thêm một nền kinh tế mới nữa - đó là *Nền kinh tế nano* dựa trên một ngành công nghệ cao mới - đó là công nghệ nano. Công nghệ nano (CNNN) là kết quả của xu thế tích hợp các ngành khoa học nhằm cùng nghiên cứu các đối tượng, vật thể nhỏ bé có kích thước của nguyên tử. Hàng ngàn năm trước đây, đối tượng của khoa học cổ Hy Lạp là các vật thể vĩ mô. Theo đà thời gian, hiểu biết của con người càng tăng lên và do đó, độ phức tạp cũng gia tăng, khoa học được phân hóa theo các ngành khác nhau như toán học, vật lí, hóa học, sinh học... để nghiên cứu các vật thể ở cấp độ lớn hơn micro mét. Vào đầu Thế kỷ XXI, sự phân hóa đó đang kết thúc và khoa học một lần nữa lại tích hợp với nhau khi nghiên cứu các vật thể ở cấp nano mét (một phần tỷ mét), dưới tên gọi của một ngành khoa học mới - Khoa học nano. Khoa học nano là lĩnh vực chuyên nghiên cứu các nguyên tử, phân tử và các đối tượng mà kích thước của chúng nằm ở trong phạm vi 1-100 nanomét (theo định nghĩa nêu trong *Sáng kiến Quốc gia về CNNN* của Mỹ).

Nano là danh từ dùng để chỉ khái niệm của một kích thước cực nhỏ, vào cỡ một phần tỷ mét (10^{-9}-10^{-11}mét), có nghĩa là cực nhỏ. Chẳng hạn, trong một khoảng cách là 1 nanômét(nm) chỉ chứa đựng từ ba tới năm nguyên tử mà thôi. Nếu một sợi tóc người có kích thước khoảng 100.000 nanômét (tức là 0,1 milimét), thì đường kính của một nguyên tử Hyđrô chỉ vào khoảng 0,1 nanômét. *Công nghệ Nano* là tập hợp các phương pháp kỹ thuật cho phép thao tác những cấu trúc riêng biệt, những đối tượng, vật thể có kích thước đo bằng nanô mét. Bởi vậy, thuật ngữ Công nghệ nano thường được sử dụng để ám chỉ bất kỳ kỹ thuật nào có khả năng làm việc ở cấp dưới mức micrô (1 micrô - mét bằng một phần triệu mét) như kỹ thuật phân tử, công nghệ chế tạo cấp phân tử v.v...).

Công nghệ nano đem lại khả năng điều khiển và thao tác vật liệu ở cấp nguyên tử và tạo ra các cấu trúc có các tính chất và chức năng mới nhờ kích thước, hình dạng và thành phần của chúng. Những cấu trúc đó có thể coi là những "*khối kiến tạo*" ở cấp phân tử. CNNN là sự kết hợp giữa phạm vi nano và các tính chất mới ở cấp nano, một lĩnh vực có hoạt động nghiên cứu và phát triển bao trùm lên một số bộ môn như sinh học, hoá học và vật lý. Do có các lĩnh vực rộng nên thường để chính xác hơn, người ta hay sử dụng thuật ngữ các công nghệ nano. Công nghệ nano là các công trình nghiên cứu, triển khai và thường là công nghệ sản xuất các sản phẩm sử dụng các vật liệu kỹ thuật ở cấp nguyên tử, phân tử hay đại phân tử, với độ dài xấp xỉ 1 - 100 nanomét. Khoa học nano là khoa học nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực các hiện tượng và các vật liệu cấp nano. Ở một phạm vi lớn hơn, nghiên cứu và triển khai trong công nghệ nano bao hàm việc thao tác có điều khiển các cấu trúc nano và sự tích hợp của chúng thành các kiến trúc, các hệ thống và các kết cấu vật liệu lớn hơn.

Khoa học nano hiện đang trở thành một lĩnh vực quan trọng nhờ những thành tựu đạt được 20 năm gần đây, còn thuật ngữ CNNN lần đầu tiên được đưa ra vào năm 1975. Nhưng người ta cũng thường coi bài nói chuyện nổi tiếng với nhan đề: *"Còn vô số chỗ ở bên dưới"* của nhà Vật lý học Richard Feynman tại Viện Công nghệ California (Caltech) năm 1959 là xuất phát điểm cho giai đoạn tiến triển của khoa học nano.

Thêm vào đó, một trong những bước khởi đầu quan trọng trong sự phát triển của CNNN là sự phát minh ra điểm lượng tử (Quantum Dot) năm 1980 bởi Louis Brus tại trường Đại học Columbia. Tiếp theo, vào đầu thập niên 80, Kính hiển vi quét đường hầm đã được IBM- Zurich ở Thụy Sĩ sáng chế, lần đầu

tiên, cho phép quan sát được các nguyên tử, và các nhà sáng chế ra dụng cụ này đã được Giải thưởng Noben năm 1986. Vài năm sau, Kính hiển vi lực nguyên tử đã ra đời, tăng thêm khả năng và loại hình vật liệu có thể quan sát và thao tác được.

Năm 1985, Jim Heath và Richard Smalley đã phát hiện ra một dạng mới của phân tử cacbon, bóng Bucky hay Fullerene, bao gồm 60 nguyên tử cacbon liên kết với nhau, ký hiệu là C_{60}. Hai nhà nghiên cứu này đã được nhận Giải thưởng Noben hoá học năm 1996. CNNN đã được phổ biến nhờ tác phẩm "Engine of Creation" của Eric Drexler, xuất bản năm 1986. Cuốn sách này là một tài liệu quan trọng cho sự thảo luận rộng rãi của công chúng về triển vọng của CNNN. Drexler hiện nay làm Chủ tịch Viện Foresight. Nhà nghiên cứu thuộc hãng NEC, Nhật Bản, ông Sumio Iiljma đã phát minh ra ống nano cacbon năm 1991, một loại vật liệu khoẻ hơn thép 100 lần, nhưng trọng lượng chỉ bằng 1/6. Năm 1999, một nhà nghiên cứu tại Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) đã sáng chế ra phương pháp kiểm soát hình dạng của tinh thể nano (Nanocrystal).

CNNN sẽ tạo ra một cuộc Cách mạng công nghiệp mới. CNNN là một công nghệ mang tính cách mạng, có tiềm năng làm thay đổi toàn bộ các ngành công nghiệp, tạo ra các ngành mới hoặc làm biến mất những ngành hiện có. Những công nghệ như vậy thường đem lại sự thay đổi trong cán cân quyền lực toàn cầu về kinh tế và quân sự. CNNN sẽ có tác động quan trọng tới một số ngành công nghiệp như điện tử, dược phẩm, năng lượng và vận tải. Với một tác động rộng lớn như vậy, CNNN sẽ đem lại một cuộc cách mạng công nghiệp mới. Những giải pháp dựa vào CNNN có triển vọng sẽ làm tăng năng suất, giảm giá thành và tạo điều kiện có được những sản phẩm mới.

Xét về phương diện hoạch định chính sách, CNNN là một công cụ để phát triển kinh tế và kinh doanh theo phương thức tương tự như CNTT. Cả CNNN lẫn CNTT đều là những công nghệ phục vụ cho nhiều mục đích. Khả năng tác động của CNNN có thể sánh được với những biến đổi trước đây mà các công nghệ lớn đem lại như điện khí hoá và kỹ thuật số hoá toàn xã hội. Quỹ Khoa học Quốc gia (Mỹ) nhận định: "*Tốc độ hiện nay của các phát minh mang tính cách mạng trong khoa học nano và CNNN có khả năng sẽ còn tăng lên rất nhiều lần vào thập kỷ tới. Điều này sẽ có ảnh hưởng to lớn tới các công nghệ hiện có và có thể giúp phát triển những công nghệ hoàn toàn mới, tăng cường cho công tác y tế, bảo tồn nguyên vật liệu và năng lượng, tạo ra môi trường bền vững*" (NSF, 2004). Bản chất đa ngành của CNNN tạo ra những thách thức cho việc hoạch định chính sách đối với khoa học và công nghệ, giáo dục, Quốc tế hoá, thương mại hoá nghiên cứu phát triển, năng lượng, môi trường của tất cả các Quốc gia trên Thế giới hiện nay.

Hiện nay, tất cả các nước công nghiệp phát triển đã đều coi *công nghệ này là công nghệ chiến lược của các thập niên đầu Thiên niên kỷ thứ ba.* Bằng chứng về tầm quan trọng của công nghệ siêu vi mô là các giải thưởng Nôben về vật lý học và hoá học gần đây đều đã được trao cho những nhà khoa học có các phát minh then chốt trong lĩnh vực này, như Kính hiển vi với hiệu ứng đường hầm, Kính hiển vi lực nguyên tử - là những thiết bị cơ bản để theo dõi, quan sát và thao tác các vật thể ở cấp nguyên tử. Với các thiết bị như vậy, các nhà khoa học đã có thể nắm bắt, thả đi hay sắp xếp, chất đống các nguyên tử hay phân tử, có nghĩa là đã có thể thao tác các vật liệu ở mức nguyên tử, ở cấp nanô. Nhờ vậy, có thể chế tạo được các vi mạch có độ phân giải ở cấp nguyên tử (nanômét), khiến cho có thể tăng gấp nhiều lần mật độ bóng bán dẫn và tốc độ tính toán. Tới đây, nếu làm chủ được công nghệ này thì các ngành công nghệ micro và các ngành hóa học, sinh học phân tử, khoa học công nghệ vật liệu... sẽ có những đột biến cực kỳ to lớn. Đặc biệt là trong ngành điện tử, mật độ và tốc độ xử lý của các vi mạch sẽ tăng vọt lên một cách chưa từng thấy. Một con rệp điện tử chứa tới vài tỷ linh kiện không còn là viễn tưởng nữa.

Tất cả các công nghệ truyền thống đã biết theo kiểu *"Đi từ trên xuống dưới"* (tức là đi từ khâu khai thác nguyên vật liệu từ các mỏ, rừng và đồng ruộng, sau đó chuyển tới các cơ sở sàng, tuyển, tinh luyện, xử lý, rồi đưa vào các Nhà máy xí nghiệp để sản xuất, lắp ráp thành sản phẩm). Công nghệ Nano là công nghệ *"Đi từ dưới lên"*(sản phẩm bất kỳ đều được chế tạo trực tiếp từ những nguyên tử hay phân tử). Với khả năng thay đổi từng nguyên tử trong cấu trúc mạng tinh thể của bất kỳ vật chất nào, vào đầu Thế kỷ XXI, ước mơ của các nhà giả kim thuật sẽ trở thành hiện thực và con người, như Richard Feynman nói, sẽ có thể *"Biến rác thành bánh mỳ và than đá thành kim cương"*.

Có thể nói rằng, *Công nghệ Nano sẽ mở ra cho nhân loại 2 cuộc cách mạng công nghiệp mới nữa trong Thế kỷ XXI này, đó là 1) Chế tạo ở cấp phân tử và 2) Các máy sao chép (Sản xuất đại trà ở quy mô nguyên tử).*

Trong những thập niên đầu Thế kỷ XXI này, các máy tính sinh học, với những bộ nhớ có kích thước ở mức phân tử, sẽ mở ra những triển vọng vô cùng lớn, chưa thể lường được trước. Ngành hóa học và công nghệ sinh học sẽ có những phương tiện để sử dụng từng phân tử một trong các phản ứng tinh vi khác nhau.

Nhiều ứng dụng sẽ được dự kiến vận dụng trong các lĩnh vực như hoá học, vật liệu, năng lượng và điện tử. Chẳng hạn, tới đây, nhờ công nghệ siêu vi mô, người ta có thể chế tạo ra các thiết bị có tốc độ nhanh hơn 1000 lần so với các thiết bị hiện có, tiêu thụ ít năng lượng hơn và rẻ hơn; đồng thời với tính năng, ít nhất là cao hơn 100 lần so với những vật liệu hiện nay đang dự kiến để thay thế các vi mạch làm từ silic khi chúng đạt tới những giới hạn của mình, cũng như các máy tính kiểu mới (sinh - hoá học) hoạt động trên cơ sở ADN với tốc độ nhanh hơn nhiều nghìn lần so với các siêu máy tính.

Với các thiết bị cảm biến năng lượng Mặt trời siêu tính năng để thu năng lượng Mặt trời ngay cả khi thời tiết xấu, các công nghệ siêu vi mô sẽ đảm bảo cung ứng đủ năng lượng cho nhân loại; đặc biệt trong việc tích góp năng lượng Mặt trời một cách có hiệu quả nhất. Trên thực tế, năng lượng Mặt trời truyền tới Trái đất hàng năm có thể đáp ứng 10.000 lần nhu cầu năng lượng của Thế giới dự kiến vào năm 2050. Chúng ta có thể hình dung rằng một ngày nào đó, người ta sẽ có thể nắm bắt được từng hạt phôtôn bay tới Trái đất (ngay cả khi trời đầy mây) nhờ có các thiết bị cảm biến hoàn hảo do công nghệ siêu vi mô chế tạo ra.

Dưới đây là danh mục một số công nghệ mới có tính dẫn động và có khả năng triển khai khả thi trong lĩnh vực công nghệ nano từ nay cho tới tầm năm 2030 *(bảng 13).*

Các công nghệ Nanô thuộc tầm ngắn hạn tới năm 2010
- Triển khai các thiết bị, cấu trúc và các ống nano các-bon cán mỏng (CNT).
- Chế tạo các vật liệu CNT nhiệt độ cao.
- Các linh kiện điện tử CNT năng lượng thấp - Triển khai các vật liệu cho các thiết bị cảm biến và giám sát sức khoẻ.
- Thiết kế và chế tạo các vật liệu tự lắp ráp - Triển khai các cấu trúc CNT đa chức năng.
- Các thiết bị sử dụng chấm lượng tử.
- Khai thác một số hệ thống siêu vi - cơ điện tử (MEMS).
- Thử nghiệm các thiết bị cảm biến cấp nano - Thử nghiệm và sử dụng các vật liệu phủ bề mặt ở cấp nano.
- Chuyển giao công nghệ các thông tin từ Dự án Bộ gen người, tạo ra cách tiếp cận sinh học đối với CNNN.
- Lắp ráp các dãy vi gương ở cấp nano - Các thiết bị cảm biến dẫn đường lượng tử.
- Các thiết bị cảm biến dao động CNT để chẩn đoán lực đẩy.
Các công nghệ nano thuộc tầm trung hạn cho thời kỳ các năm 2010-2020
- Các vật liệu tự lắp ráp, đa chức năng - Các bộ phận lắp ráp các hệ thống vi quang-cơ điện tử (MOEMS).
- Nhiều thiết bị cảm biến trên một con chíp có tích hợp chức năng logic.
- Các hệ thống vật liệu mô phỏng sinh học - Vận hành máy tính sinh học.
- Các hệ thống cơ-điện tử nano (NEMS) có thể bay được.
- Nhiều sản phẩm MEM được thử nghiệm và đưa vào sử dụng.
- Các loại vật liệu và các quy trình hoàn toàn mới có thể thịnh hành và đưa vào sử dụng hàng ngày.

Bảng 13. Các công nghệ nano cho các tầm ngắn hạn, trung hạn và dài hạn

- Các sản phẩm chẩn đoán nano có thể đưa ra thị trường thương mại.
- Các hệ thống nano truyền thông sớm và có thể được lập trình.
- Bắt tay vào nghiên cứu chế tạo rôbốt nano. Các thiết bị cảm biến quang học để tổng hợp hình ảnh.
- Các dây CNT giữa Trái đất và trạm quỹ đạo.
Các công nghệ nano thuộc tầm trung hạn cho thời kỳ các năm 2020-2030
- Các hệ thống nano truyền thông và các hệ thống nano có thể lập trình.
- Các rôbốt nano có thể làm việc trong các phòng thí nghiệm, được thử nghiệm, đánh giá và trắc nghiệm để đưa vào ứng dụng.
- Ngành y học nano có thể thay thế các loại hình y học trước đây như phẫu thuật, dược truyền thống, thiết kế dược phẩm hợp lý.
- Các thiết bị lắp ráp toàn năng vẫn chưa xuất hiện.

Mốc thời gian	Các vật liệu	Điện tử học và tính toán	Các thiết bị cảm biến và linh kiện
Hiện nay	Sợi nano đơn lớp	Các cấu kiện điện tử CNT năng lượng thấp	Các tầu nano thăm dò vũ trụ
2004	Các vật liệu composite nano	Tàng trữ dữ liệu và tính toán ở cấp phân tử	Các cấu kiện của hệ thống nano bay.
2006	Điều khiển tích nhiệt/hình dáng	Điện tử học có khả năng chịu bức xạ và sửa lỗi	Các thiết bị cảm biến dẫn đường lượng tử
2011	Vật liệu "*da*" thông minh	*"Não"* điện tử nano cho việc thăm dò Vũ trụ	Các hệ thống cảm biến nano tích hợp
2016	Các hệ thống vật liệu mô phỏng sinh học	Điện toán sinh học	Các hệ thống NEMS bay được ở cấp độ 1 mV

Bảng 14. Dự báo một số ứng dụng của công nghệ nano trong khoảng 10 năm tới

Trong "*Lộ trình công nghệ nano*" thuộc Chương trình công nghệ nano của Trung tâm nghiên cứu vũ khí, Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ (NASA) dự báo một số ứng dụng của công nghệ nano trong khoảng 10 năm tới như sau *(bảng 14)*.

5. Vật liệu siêu dẫn

Đặc tính riêng thứ nhất của chất siêu dẫn. Như đã nêu ở trên, năm 1911, lần đầu tiên các nhà khoa học đã phát hiện ra chất dẫn điện hoàn toàn không có điện trở, gọi là chất siêu dẫn. Đặc tính trên được gọi là *đặc tính riêng thứ nhất* của chất siêu dẫn. Nhưng trở ngại đặt ra là chất siêu dẫn chỉ xuất hiện khi ở nhiệt độ rất thấp, chỉ một vài độ trên 0^0K, tức - 273^0C. Vì vậy, người ta đã phải dùng khí hêli hoá lỏng để làm lạnh; đó là một chất phức tạp và đắt tiền, do đó đòi hỏi phải tìm ra những chất siêu dẫn mới, thích hợp, khắc phục nhược điểm trên. Tháng 1/1986 tại Zurich, 2 nhà khoa học Alex Muller và Georg Bednorz tình cờ phát hiện ra một chất gốm mà các yếu tố cấu thành là: Lantan, đồng, bari, oxit kim loại. Chất gốm này trở nên siêu dẫn ở nhiệt độ 35^0K. Một thời gian ngắn sau, các nhà khoa học Mỹ lại phát hiện ra những chất gốm tạo thành chất siêu dẫn ở nhiệt độ tới 98^0K. Điều quan trọng là chúng làm lạnh bằng nitơ hoá lỏng. Đó là một chất rẻ và dễ thao tác hơn so với hêli lỏng. Người ta gọi đó là những chất siêu dẫn mới. Kết quả này khích lệ các nhà khoa học săn lùng những chất gốm có đặc tính siêu dẫn ở nhiệt độ ngày càng cao.

Đặc tính riêng thứ hai. Năm 1987, tại Hội nghị khoa học của Hội Vật lý Mỹ ở New York, người ta trao đổi đến những nét mới của siêu dẫn mà một trong số đó là hiện tượng những đĩa "gốm treo" lơ lửng trên các nam châm, gọi là *"Hiệu ứng Meissner"*. Đồng thời, nguyên lý Magnetic Levitation (Maglev) cũng được đề cập đến. Nguyên lý này dựa vào từ trường, do các tấm nam châm siêu dẫn sinh ra, khi duy trì được nhiệt độ rất thấp. Ở nhiệt độ ấy, mọi trở kháng không còn, nam châm trở thành siêu dẫn và tạo ra từ trường cực mạnh.

Từ kết quả trên cùng với những nghiên cứu khác, người ta kết luận: *Những chất siêu dẫn nhiệt độ thấp có thể tạo ra những từ trường rất mạnh và gọi chung đó là đặc tính riêng thứ hai của vật liệu siêu dẫn*. Mọi chất siêu dẫn đều làm ra từ trường; mặt khác, dòng điện chạy trong chất siêu dẫn lại không gặp phải một điện trở nào, do đó từ trường siêu dẫn sản sinh ra rất mạnh. Nhờ đó mà ngày nay, con người có thể tạo ra từ trường nhân tạo mạnh gấp 200 ngàn lần so với từ trường Trái đất.

Cho đến nay, nhiệt độ cao nhất có thể đạt được với một chất gốm siêu dẫn mới là 125^0K. Nhưng thực tế cho thấy, những chất gốm được tạo thành siêu dẫn ở nhiệt độ cao hơn 100^0K lại không ổn định, vì nó nhanh chóng mất đi tính siêu dẫn. Đây là một trong những trở ngại lớn trên con đường chinh phục siêu dẫn. Ngoài ra, một trở ngại khác nữa đòi hỏi phải sớm vượt qua, đó là chất siêu dẫn được làm nên dưới dạng một loại bột, có thể nén lại thành một chất rắn nhưng rất giòn. Để dễ ứng dụng, cần biến nó về dạng *"sợi dây"*, nhưng tính giòn làm cản trở cho ý đồ kỹ thuật này. Tuy nhiên, dựa vào công nghệ làm vi mạch, người ta đã bắt chước cách làm đó và tiến hành như sau: phun chất bột này thành một lớp mỏng lên nền một chất liệu khác gọi là đế. Nhờ đó có thể tạo thành *"sợi dây"* và có thể uốn lượn theo ý muốn trên mặt phẳng. Tuy nhiên, không được bẻ cong vì dễ tạo ra sự đoản mạch.

Đặc tính riêng thứ hai của siêu dẫn đã mở ra nhiều hướng ứng dụng và các nhà công nghiệp tỏ ra hào hứng nhẩy vào cuộc săn tìm công nghệ mới từ siêu dẫn. Họ hướng vào một số lĩnh vực ứng dụng chính sau:

Dựa vào *"Nam châm siêu dẫn"*, Nhật Bản và Đức đã thiết kế ra các đoàn tầu chạy trên đệm từ. Nhật Bản đã phải vừa sản xuất, vừa thử nghiệm trong 7 năm với kinh khí trên 3 tỷ USD. Hệ thống trên đôi khi còn được gọi là Hệ thống *"Vận tải trên bề mặt với tốc độ cao"* (High Speed Surface Transport – HSST).Theo hướng công nghệ HSST này, người Đức chế tạo ra tầu *"Transrapid"* chạy trên

đệm từ và theo công nghệ hơi khác người Nhật đôi chút, đó là phương pháp nâng điện từ nhờ tác động của những thanh nam châm đặt trên tầu, với những nam châm vô trở kháng chạy bên dưới và hai bên đường tầu hình chữ T, tốc độ đạt 450 km/giờ chạy trên đường Berlin tới Hambourg, kinh phí khoảng 6 tỷ USD. Ngoài ra, người Pháp cũng đã và đang quan tâm đến vấn đề vận tải siêu tốc bằng siêu dẫn.

Một ứng dụng quan trọng khác nữa là, có thể tạo ra được máy gia tốc mạnh để nghiên cứu đặc tính của nguyên tử. Người ta dùng những nam châm cực mạnh để bẻ cong các chùm hạt, làm cho chúng chạy theo đường tròn để chúng va đập vào nhau, qua đó nghiên cứu những "mảnh" sinh ra do những va đập mạnh đó; người ta gọi đó là *"siêu va đập siêu dẫn"*. Dựa theo nguyên tắc này, các nhà khoa học Mỹ xây dựng một *"máy gia tốc cực mạnh"* trong đường hầm dài 88 km ở bang Texas để nghiên cứu các hạt cơ bản của vật chất.

Đặc tính thứ ba của chất siêu dẫn. Nếu hai chất siêu dẫn được đặt gần nhau (nhưng không chạm nhau) thì các điện tử có thể nhảy qua như thể hai chất dẫn điện ấy tiếp xúc với nhau. Chỗ mà dòng điện nhẩy qua, người ta gọi là "khớp nối Josephson". Nhưng dòng điện chạy qua khớp nối ấy rất nhạy cảm với những biến đổi của điện trường và từ trường bên ngoài. Điều này giúp cho các nhà khoa học nẩy ra ý tưởng: *1) Có thể ứng dụng để sản sinh ra máy đo điện trường hết sức chính xác; 2) Một ứng dụng quan trọng nữa từ đặc tính thứ ba này của chất siêu dẫn là có thể làm ra "cái ngắt mạch điện từ" giống như một tranzito.* Cùng với đặc tính thứ nhất là dẫn điện mà không có điện kháng, người ta hy vọng có thể làm ra được máy tính được nối với nhau bằng "dây siêu dẫn", nhờ đó sẽ làm được *"máy tính điện tử siêu tốc"* thế hệ mới phục vụ cho nghiên cứu không gian; *3) Ngoài ra, có thể ứng dụng khớp nối Josephson để sản xuất ra thiết bị y tế* nhằm nghiên cứu những điện trường sinh học cực nhỏ do hoạt động của não người sinh ra, giúp cho việc chẩn đoán bệnh về não. Hoặc nhờ siêu nam châm, có thể chế tạo ra các máy quét MRI dùng trong y học (quét ảnh bằng cách đo tiếng dội lại của âm thanh) để khám các mô trong cơ thể người; *4) Cùng với những điều đã nói ở trên*, người ta còn hy vọng những thành quả của siêu dẫn có thể áp dụng để tạo ra những thiết bị quan sát vì sao, hành tinh, hoặc bề mặt Trái đất và giúp giải thích cơ chế của một số vật thể lạ trong Vũ trụ, như những vì sao Neutron, những vật thể siêu rắn sót lại của những ngôi sao phát nổ trước khi tắt mà người ta nghĩ là có đặc tính xoay vòng tương tự với chất siêu dẫn lỏng...

Gần đây, các nhà khoa học Alexei Abrikosov, Vitaly Ginzburg (người Nga) và Anthony Leggett (người Mỹ gốc Anh) đã đóng góp nhiều vào lĩnh vực Lý thuyết siêu dẫn và mở ra nhiều hướng ứng dụng với công nghệ cao trong các lĩnh vực máy tính, truyền tải điện năng siêu hiệu quả... Với những thành quả của họ được đánh giá là chất siêu dẫn thế hệ 2, ba nhà khoa học đã được nhận giải Nobel về vật lý vào năm 2003. Tuy nhiên, về mặt lý thuyết, người ta vẫn chưa thể giải thích được thoả đáng chất siêu dẫn thực tế hoạt động như thế nào, mặc dù những hiện tượng vật lý của nó đã được biết đến không phải ít. Một thành công mới đây của người Nhật, đó là các nhà khoa học thuộc trường Đại học Aoyama-Gakin ở Tokyo đã tìm ra vật liệu siêu dẫn từ phi kim loại như Magiê (Mg), hoặc Bo (B)... Điều làm cho nó trở nên phổ cập nữa là chất siêu dẫn trên chỉ làm việc ở nhiệt độ – 133^0C. Nghĩa là còn ưu việt hơn cả Keramik của người Mỹ. Thành công này rất đáng trân trọng, bởi nó mở ra tìm chất liệu bán dẫn từ phi kim loại là những vật liệu rẻ, mà nhiệt độ để tạo thành chất siêu dẫn có thể chấp nhận được.

Tính siêu dẫn của vật liệu nano. Khả năng siêu dẫn của ống nano carbon ở nhiệt độ thường. Các nhà vật lý Mỹ dường như đã quan sát được khả năng siêu dẫn của ống nano carbon ở nhiệt độ thường. Tuy rằng điện trở của dây dẫn không thực sự bằng 0, nhưng những hiệu ứng khác lại cho thấy đã xuất hiện tính siêu dẫn. Guo-meng Zhao và Yong Sheng Wang, thuộc Đại học Boston (Mỹ), đã

làm thí nghiệm trên một dây dẫn ghép từ các ống nano carbon (đường kính vài phần triệu milimét). Khi đưa dây dẫn này vào một từ trường, người ta thấy xuất hiện một từ trường yếu trong dây dẫn theo hướng ngược lại. Từ trường này không bị thay đổi, ngay cả khi từ trường mẹ bên ngoài bị ngắt. Zhao và Wang tin rằng, từ trường bên ngoài đã tạo ra một dòng điện xoay chiều trong dây dẫn. Dòng điện đó không hề gặp một cản trở nào, nên đã duy trì được cường độ, tạo ra từ trường không đổi bên trong. Hiệu ứng này cho thấy, dưới tác động của từ trường, dây nano carbon đã có khả năng siêu dẫn ở nhiệt độ thường (dây siêu dẫn có điện trở bằng 0). Tuy nhiên, khi không có từ trường bên ngoài, người ta lại đo được điện trở nhỏ của dây dẫn. Theo Zhao và Wang, điều này có thể giải thích là: điểm nối giữa các ống nano không có tính siêu dẫn, nên gây ra điện trở. Hai ông giả định, khi loại bỏ được điện trở ở các điểm nối, người ta sẽ tạo ra một dây siêu dẫn thực sự ở nhiệt độ thường. Đây là một tiến bộ vượt bậc, mở ra khả năng ứng dụng cực lớn cho chất siêu dẫn, bởi cho đến nay, chưa có vật liệu nào có thể siêu dẫn ở nhiệt độ trên 0^0C.

Khả năng siêu dẫn của các tinh thể carbon C70. Gần đây người ta mới chứng minh được khả năng siêu dẫn của các tinh thể carbon C70, tuy nhiên chỉ ở nhiệt độ -266^0C. Trước đó, một đồng vị khác của carbon là C60 có thể siêu dẫn ở nhiệt độ -233^0C. Sau 6 năm thử nghiệm, cuối cùng người ta cũng tìm ra tính siêu dẫn của C70, một dạng tinh thể carbon có hình như quả bóng. Trước đó, năm 1995, "người em" của C70 là C60 cũng đã được xác nhận là có đặc tính này ở nhiệt độ cao: 40^0K (-233^0C). Schoen nói: *"Kết quả này cho thấy, các tinh thể carbon nhỏ hơn, ví dụ C36, cũng có thể có khả năng siêu dẫn ở nhiệt độ còn cao hơn cả C60. Điều này sẽ rất có ý nghĩa vì chúng tôi luôn tìm kiếm khả năng siêu dẫn của carbon ở nhiệt độ cao cho các ứng dụng trong ngành điện tử".*

Khả năng siêu dẫn của dây nano vàng. Khi dòng điện chạy qua một dây dẫn kim loại, các electron va chạm vào cấu trúc phân tử đều bị mất năng lượng, vì thế luôn có điện trở. Tuy nhiên, ở nhiệt độ gần điểm 0 tuyệt đối (-273^0C), điện tử có thể di chuyển qua một dây nano vàng mà không gặp cản trở nào.

Trong một thí nghiệm, các nhà vật lý thuộc Đại học Autosnoma de Madrid (Tây Ban Nha), đã tạo ra dây siêu dẫn từ các nguyên tử vàng, đường kính mảnh cỡ 50 nano. Thành tựu này tuy chưa mở ra ứng dụng gì trong kỹ thuật, vì thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ sát điểm 0 tuyệt đối - rất khó tạo ra ở quy mô công nghiệp, nhưng nó cũng mở ra hướng nghiên cứu các tính chất của vàng ở những điều kiện nhất định. Ngoài ra, không loại trừ khả năng các kim loại bền khác như platin cũng có tính siêu dẫn.

6. Lượng tử học (Quantics)

Theo Weinberg- Nhà vật lý được tặng giải Nobel vì có công thống nhất tương tác điện từ và tương tác yếu- thì một sự nghiệp vĩ đại, một mục tiêu cơ bản của vật lý hiện nay, mà có lẽ phải còn lâu nữa mới hoàn thành - đó là quan sát sự đa dạng của tự nhiên bằng cái nhìn thống nhất. Những tiến bộ vĩ đại của vật lý học trong quá khứ đều nhằm mục tiêu là phải hiểu được một cách thống nhất sự phong phú đa dạng vô cùng kỳ diệu của tự nhiên. Chẳng hạn:

- Sự thống nhất của cơ học trên Trái đất và cơ học các thiên thể nhờ Newton (vào Thế kỷ XVII);

- Sự thống nhất của quang học với các lý thuyết về điện và từ bởi James Clerk Maxwell (vào Thế kỷ XIX);

- Sự thống nhất của hình học không gian - thời gian với lý thuyết hấp dẫn nhờ Al. Einstein (trong khoảng các năm 1905-1916);

- Sự thống nhất của hoá học với vật lý nguyên tử thông qua sự ra đời của cơ học lượng tử (năm 1920).

Tuy nhiên, vào giữa Thế kỷ XX, Al. Einstein đã thất bại trong việc tìm kiếm sự thống nhất giữa lý thuyết tương đối rộng do ông đề xuất (Lý thuyết về không gian-thời gian và lực hấp dẫn) với Lý thuyết điện từ của J. C. Maxwell, dưới tên gọi là *"Lý thuyết*

trường thống nhất".

Lý thuyết trường thống nhất - sự kết hợp giữa thuyết tương đối hẹp (Lý thuyết không - thời gian) và cơ - lượng tử, tới cuối thập kỷ 70 đã đạt tới đỉnh cao qua Mô hình chuẩn (Standard Model) của vật lý hạt. Theo Mô hình chuẩn, Vũ trụ cấu trúc từ 6 hạt quark và 6 hạt nhẹ (lepton), chia đều thành 3 nhóm. Các hạt đó kết nối nhau nhờ 4 tương tác cơ bản. Thêm nữa, 4 tương tác được thực hiện qua các boson (graviton cho hấp dẫn, photon ảo cho điện từ, 3 boson trung gian cho tương tác yếu và 8 gluon tương tác mạnh). Tất cả các hạt cấu trúc và hạt mang tương tác đó đã được thấy trong máy gia tốc, trừ graviton. Cho đến nay, mọi cố gắng thống nhất Thuyết hấp dẫn Einstein (Thuyết tương đối tổng quát) với Mô hình chuẩn đều thất bại.

Phải tới thập niên 60 và 70 của Thế kỷ XX, các nhà khoa học mới đạt tới một sự tiến bộ nữa trên con đường tiến tới sự thống nhất mới, nhờ khám phá ra những định luật cơ bản của tự nhiên và xây dựng trên cơ sở đó một lý thuyết thống nhất về các hạt dưới mức cơ bản và các lực chi phối Thế giới siêu vi mô, dưới cấp nguyên tử... Đó là một lý thuyết về *"Mô hình chuẩn của vật lý các hạt"*. Đồng thời, các nhà vật lý lý thuyết còn đề xuất nhiều ý tưởng nhằm đi sang *"phía bên kia"* của *"Mô hình chuẩn"*, cụ thể đó là *Lý thuyết Siêu đối xứng* - lý thuyết này tiên đoán sự tồn tại của các hạt mới thuộc loại hạt cùng họ gắn liền với các hạt Fermions và Bosons mà ta đã biết. Đó là do nhiều kết quả lý thuyết và thực nghiệm đã cho thấy, tự nhiên có một cấu trúc lạ lùng chưa từng thấy, được gọi là *"Siêu đối xứng"*.

Tuy nhiên, cho tới nay, có đến hơn 10 lý do để *Mô hình chuẩn* - lý thuyết vật lý tốt nhất trong lịch sử khoa học - không thể là mô hình cuối cùng của vật lý học. Trong đó nổi bật là: *1) Mô hình này không bao gồm Thuyết hấp dẫn Einstein; 2) Mô hình này có những đặc trưng "tùy tiện"*; chẳng hạn, tại sao 12 chứ không phải 11 hay 13 hạt, tại sao 3 chứ không phải 4 nhóm hạt, tại sao trong Mô hình này, số lepton và quark bằng nhau? và 3) *Mô hình này không giải thích được tại sao các hạt, và do đó vật chất, lại có khối lượng.*

Để giải quyết vấn đề thứ ba, Higgs giả định là có một loại trường vô hướng lấp đầy Vũ trụ. Khi tương tác với trường Higgs, vật chất sẽ có khối lượng, tương tác càng mạnh khối lượng càng lớn. Bởi vậy, việc săn lùng boson Higgs là một mục tiêu quan trọng của các máy gia tốc trên THẾ GIỚI, như Thiết bị va chạm chùm hạt hadron lớn (LHC) của Trung tâm Nghiên cứu Hạt nhân Châu Âu tại Geneva, Thụy Sỹ.

Nếu việc kiểm nghiệm chứng tỏ được tính đúng đắn của *"Mô hình chuẩn"*, thì một *Kỷ nguyên lượng tử* hoàn toàn mới về không gian - thời gian sẽ được mở ra và nhờ đó có thể giải thích được rõ nét hơn nữa cấu tạo của Thế giới vật chất. Đồng thời, điều này báo hiệu sự khám phá ra một loạt các hạt mới, cũng như khả năng hiện thực trong việc xây dựng một lý thuyết thống nhất các lực tự nhiên, mà các lực đó chỉ là những biểu hiện khác nhau của một hiện tượng. Nguyên lý siêu đối xứng đó sẽ là cơ sở cho một lý thuyết hoàn toàn mới về vật chất: *Lý thuyết dây*. Theo lý thuyết này, những thành phần cấu tạo vật chất ở đây không phải là những hạt điểm, nghĩa là chiếm cứ một điểm trong không gian, mà là những dây rung kéo dài. Nếu Thế kỷ XX có hai cuộc cách mạng lớn trong vật lý học là Lý thuyết tương đối và Lý thuyết lượng tử thì Lý thuyết dây có thể sẽ là cuộc cách mạng thứ 3 trong vật lý học trong Thế kỷ XXI này.

Lý thuyết dây (String Theory). Bước ngoặt xảy ra khi Veneziano (1968) phát hiện Lý thuyết dây khá tình cờ. Khác với giả thuyết hạt điểm của Lý thuyết trường khi xem kích thước hạt cơ bản đủ nhỏ so với khoảng cách giữa chúng, Lý thuyết mới xem chúng là dây một chiều, màng hai chiều hay các thực thể nhiều chiều hơn với kích thước 10^{-32} cm (khoảng 10 lần độ dài Plank 10^{-33} cm). Giống sợi dây đàn dao động sẽ tạo ra các nốt nhạc (các dao động cộng hưởng), dây hay màng dao động trong không - thời gian 11 chiều sẽ tạo ra mọi hạt cơ bản đã biết và chưa biết, cùng mọi đặc trưng vật lý của chúng (như điện tích hay khối lượng). Chính xác hơn, hạt cơ bản và tính chất vật lý chỉ là trạng thái dao động cộng hưởng của dây hay màng ở mức năng lượng nhỏ hơn năng lượng Plank. Năng lượng

Plank là năng lượng cần thiết để thống nhất bốn tương tác, tương đương sức công phá của một quả tạc đạn. Tuy nhiên để gia tốc một hạt cơ bản tới năng lượng đó, cần phải có máy gia tốc ở kích thước Hệ Mặt trời, thậm chí kích thước Vũ trụ nhìn thấy!

Tại sao không - thời gian lại có 11 chiều? Câu trả lời không xuất phát từ một căn nguyên vật lý sâu xa, mà chỉ thuần túy đến từ toán học. Sở dĩ như vậy, là vì chỉ với không - thời gian chiều, mới tránh được xác suất tìm hạt có giá trị âm - một điều vô nghĩa về vật lý. Đó là do Lý thuyết dây bị công kích, khi các đối thủ cho rằng, nó không dựa trên bằng chứng thực nghiệm, mà chỉ dựa trên sự thẩm mỹ. Tuy nhiên những công kích như thế đang lắng dịu dần, khi Lý thuyết này ngày càng có triển vọng.

Ưu điểm lớn nhất của Lý thuyết dây là bài toán thống nhất, khi mọi tương tác đều có thể thống nhất rất tự nhiên trong khuôn khổ lập luận của nó. Ưu điểm lớn khác là sự đóng góp vào Vũ trụ luận, khi nó đưa ra hai kịch bản bổ sung cho Kịch bản Big Bang lạm phát tiêu chuẩn (Mô hình tiền Big Bang và Mô hình màng va chạm). Nó cũng giải quyết được bài toán entropy lỗ đen.

Tuy nhiên, Lý thuyết dây cũng có một số nhược điểm căn bản, chẳng hạn như: *1) Thiếu nguyên lý dẫn dắt nền tảng, kiểu nguyên lý tương đương trong Lý thuyết Einstein; 2) Thiếu loại toán học cần thiết,* như Hình học Euclid - là cơ sở của Vật lý Newton hay Hình học Riemann - là cơ sở của Vật lý Einstein; 3) *Phụ thuộc nền*, khi các phương trình được viết trong không - thời gian phi lượng tử có trước, nói cách khác không - thời gian không xuất hiện từ bản thân lý thuyết. Quan niệm không - thời gian 11 chiều cũng có thể xem là một nhược điểm.

Lý thuyết hấp dẫn lượng tử vòng. Có 2 cách tìm Lý thuyết Thống nhất: từ Cơ-lượng tử và từ Thuyết tương đối. Lý thuyết dây đi từ Cơ-lượng tử và tuy đạt nhiều thành tựu, nhưng không là con đường duy nhất. Còn Lý thuyết hấp dẫn lượng tử vòng (Loop Quantum Gravity) của Smolin và cộng sự xuất phát từ Lý thuyết Einstein, với 2 nguyên lý hiển nhiên của tương đối luận. Để xây dựng Lý thuyết này, Smolin đưa ra một quan điểm cách mạng về không - thời gian. Ông quan niệm, giống vật chất và năng lượng, không - thời gian cũng có cấu trúc gián đoạn từ các lượng tử. Lượng tử không gian là độ dài Plank 10^{-33} cm, lượng tử thời gian là thời gian Plank 10^{-43} giây. Các lượng tử đó kết nối nhau tạo thành không - thời gian và Vũ trụ. Đáng chú ý là, dây hay màng trong Lý thuyết dây cũng có thể cấu trúc từ các lượng tử, giống con rắn đồ chơi được ghép từ các khúc gỗ lại với nhau.

Ưu điểm lớn nhất của Thuyết hấp dẫn lượng tử vòng là không phụ thuộc nền, khi không cần giả định không - thời gian có trước như Lý thuyết dây, mà nó xuất hiện tự nhiên từ hệ phương trình. Ưu điểm lớn khác là không cần tìm kiếm nguyên lý nền tảng mới (vì đã có nguyên lý tương đối). Entropy lỗ đen cũng được giải quyết tốt. Không - thời gian chỉ với 4 chiều cũng là một ưu điểm. Tuy vậy, nhược điểm chính của Lý thuyết này là: *1) Chưa có ý tưởng thống nhất các tương tác, và 2) Chưa có đóng góp trong Vũ trụ luận.*

Không loại trừ khả năng dây và vòng là hai mặt của một vấn đề, vì ưu điểm của lý thuyết này lại là nhược điểm của lý thuyết kia và ngược lại. Ngay Nhà lý thuyết dây lừng danh, Greene, cũng đồng ý như vậy.

Các Lý thuyết khác

Ngoài hai tiếp cận trên, còn nhiều Lý thuyết thống nhất khác, như Thuyết Twistor của Penrose, Hình học không giao hoán của Connes, các Mô hình vi phân Regge, các Mô hình dựa trên vật lý vật chất ngưng tụ... Chúng chưa đạt tới mức độ thành công như *Lý thuyết dây* hay *Thuyết hấp dẫn* lượng tử vòng.

Về mặt kiểm chứng thực nghiệm: trong một thời gian dài, thành công của Lý thuyết trường đã tiếp sức cho việc xây dựng các máy gia tốc càng ngày càng lớn. Điển hình là LHC (Large Hadron Collider) tại Châu Âu và Thiết bị siêu va chạm siêu dẫn SSC (Superconducting Supercollider) tại Mỹ. Bên cạnh các nhiệm vụ khác, chúng được thiết kế để truy tìm các boson Higgs. Với chu vi hơn 80 km, SSC sẽ đủ năng lượng để tạo ra hạt Higg - do được xem là

nguồn gốc của khối lượng, nên được thậm xưng là *"Hạt của Chúa"*.

Đến năm 1993, Quốc hội Mỹ đã ngưng cấp tiền cho dự án, dù hệ đường hầm đã xây xong một nửa, với phí tổn 2 tỉ USD. Tuy nhiên, đây không phải là do quá tốn kém, hay có sự thay đổi chính sách khoa học, như đã có sự hiểu lầm; mà nguyên nhân sâu xa là ở sự xuất hiện các ý tưởng mới như Thuyết Dây hay Thuyết Hấp dẫn lượng tử vòng. Do hạt cơ bản chỉ được quan niệm là trạng thái dao động của dây hay màng, nên boson Higgs bị giảm hẳn tầm quan trọng và sự quan tâm. Tuy nhiên, để truy tìm được dây hay màng thì phải đạt mức năng lượng Plank - một nhiệm vụ bất khả trên các máy gia tốc. Vậy phải tìm năng lượng Plank ở đâu và bằng cách nào? Câu trả lời là ở Big Bang hay lỗ đen, là các thực tại vật lý để thỏa mãn tiêu chí thống nhất cuối cùng. Bởi vậy, đây chính là lý do mà Mỹ đã chuyển hướng từ xây máy gia tốc, sang phóng các vệ tinh nghe ngóng bức xạ tàn dư và sóng hấp dẫn từ Big Bang, cũng như theo dõi các vụ bùng nổ bức xạ gamma trong Vũ trụ (được xem là do siêu lỗ đen tại tâm các thiên hà hút vật chất về phía mình và với gia tốc tới gần tốc độ ánh sáng).

Khoảng 5 năm tới, tính đúng đắn của Lý thuyết dây hay hấp dẫn lượng tử vòng sẽ được khẳng định qua việc đo đạc bức xạ từ các vụ nổ gamma, nhằm trả lời câu hỏi không - thời gian có cấu trúc liên tục, hay gián đoạn. Còn trong 10 năm tới, với phép đo sóng hấp dẫn từ Big Bang, có thể lựa chọn một trong 3 Kịch bản Big Bang. Nếu Kịch bản tiền Big Bang, hay màng va chạm được khẳng định, thì điều đó chứng tỏ rằng, có thể tìm kiếm được bằng chứng về mặt thực nghiệm của Lý thuyết thống nhất - một điều tưởng như vô vọng, nếu chỉ dùng máy gia tốc. Ngoài ra, việc phát triển các hệ thống vệ tinh tìm kiếm cũng chứng tỏ sự bi quan về tương lai của khoa học cơ bản do thiếu đầu tư dường như là không chính xác.

B. DỰ BÁO CÁC TIẾN BỘ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ TRONG THẾ KỶ XXI

Với những thành tựu to lớn mà cuộc cách mạng KHCN hiện đại đang và sẽ mang lại, bộ mặt đời sống xã hội của cả hành tinh trong Thiên niên kỷ này chắc chắn sẽ có nhiều đổi thay. Điều này có thể thấy rõ thêm qua công trình Dự báo các tiến bộ KHCN mới vào đầu Thế kỷ XXI do trường Đại học tổng hợp Gioócgiơ Oasingtơn (Mỹ) công bố trên Tạp chí ***Dự báo công nghệ và sự biến đổi về xã hội*** tháng 8 -1998 *(bảng 15)*.

Đây là công trình nghiên cứu dự báo bằng phương pháp Delphi về thời hạn đưa vào sử dụng trong đời sống hàng ngày các công nghệ mới xuất hiện trong 12 lĩnh vực là: năng lượng, môi trường, nông nghiệp và thực phẩm, phần cứng máy tính, phần mềm máy tính, truyền thông, các dịch vụ thông tin, chế tạo cơ khí và chế tạo người máy, vật liệu, y - dược học, không gian và giao thông vận tải. Đây là kết quả nghiên cứu của một tập thể lớn các nhà khoa học, được trình bày trong 4 tổng quan lớn về phát triển khoa học và công nghệ, tiến hành trong vòng 8 năm liên tục. Việc phân chia, sắp xếp các dữ kiện và kết quả theo 3 thập kỷ kế tiếp nhau (kể từ năm 2001 tới 2030 trở đi) đã tạo nên các kịch bản phác thảo sự dàn trải của các làn sóng đổi mới công nghệ diễn ra đầu Thế kỷ XXI này trong tiến trình của cuộc cách mạng khoa học và công nghệ hiện đại. Trong số 85 tiến bộ khoa học và công nghệ mới được dự báo *đưa vào sử dụng trong đời sống hàng ngày trong thiên niên kỷ thứ ba*, có 27 sự kiện trong thập kỷ thứ nhất (từ năm 2001 tới 2010), 46 sự kiện trong thập kỷ thứ hai (từ năm 2011 tới năm 2020) và 12 sự kiện công nghệ trong thập kỷ thứ ba (từ năm 2021 trở đi).

Trong Thiên niên kỷ mới này, dưới sự tác động của cuộc cách mạng khoa học và công nghệ hiện đại, với các ngành công nghệ cao làm then chốt, bộ mặt của hành tinh chúng ta không ngừng bị biến đổi. Để kết thúc bài này, chúng tôi xin giới thiệu lại một số dự đoán, do các nhà khoa học đã từng thực hiện trong thập niên 90 của Thế kỷ XX, về toàn cảnh triển vọng phát triển của các lĩnh vực đời sống xã hội loài người trong Thế kỷ XXI (*bảng 16*).

TS. **TRẦN THANH PHƯƠNG**
(Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia)

No TT	Lĩnh vực	Năm
1	**Năng lượng**	
1.1	Các nguồn năng lượng thay thế (10% phần sử dụng năng lượng đi từ các nguồn năng lượng thay thế như địa nhiệt, thuỷ điện, pin mặt trời v.v...).	2010
1.2	Hiệu suất năng lượng được nâng lên tới 50% nhờ các đổi mới trong giao thông vận tải, xử lý công nghiệp, kiểm soát môi trường v.v...	2016
1.3	Các tế bào nhiên liệu, chuyển các nhiên liệu thành điện, được sử dụng rộng rãi (30%).	2017
1.4	Các nguồn năng lượng hữu cơ - Các vật liệu sinh học (như các cơ thể, cây cối và các loại hình khác của giới vật chất hữu cơ) được sử dụng với tính cách là những nguồn năng lượng đáng kể (10%).	2011
1.5	Năng lượng phân hạch hạt nhân được sử dụng chiếm 50% tổng lượng sản xuất điện năng.	2020
1.6	Năng lượng tổng hợp nhiệt hạch để sản xuất điện năng được sử dụng trên quy mô thương mại.	
1.7	Năng lượng Hydrô - khí Hydrô được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống năng lượng.	2026
2	**Môi trường**	2020
2.1	Đa số các chất CFC đều được thay thế bởi các chất HFC là những vật liệu không gây phá huỷ tầng ôzôn.	2006
2.2	Một nửa chất thải từ các hộ gia đình ở các nước phát triển được tái sử dụng.	2008
2.3	Đa số các nhà chế tạo chấp nhận các phương pháp sản xuất sạch ("xanh") để giảm thiểu sự ô nhiễm.	2010
2.4	Đa số các hàng hoá của ngành cơ khí chế tạo đều sử dụng các vật liệu tái chế.	2016
2.5	Việc nâng cao hiệu suất năng lượng của nhiên liệu hoá thạch và việc sử dụng ngày càng nhiều hơn các nguồn năng lượng thay thế đã giảm bớt được một nửa tổng lượng khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính hiện nay.	2016
2.6	Sinh thái học công nghiệp - Đa số các phương tiện thiết bị trong công nghiệp chế tạo đều vận dụng sinh thái học công nghiệp (các công viên sinh thái-công nghiệp hoạt động với tính cách là một hệ thống kín) để giảm bớt sự gây ô nhiễm của chất thải.	2015
3	**Nông nghiệp và thực phẩm**	
3.1	Thực phẩm được sản xuất bằng phương pháp di truyền học - Các kỹ thuật di truyền được sử dụng rộng rãi để sản xuất các dòng động và thực vật.	2008
3.2	Giảm một nửa việc sử dụng các loại phân hoá học và các hoá chất trừ sâu hại.	2012
3.3	Phần lớn nghề nông ở các nước công nghiệp hoá kết hợp với các kỹ thuật nông nghiệp hữu cơ, các kỹ thuật thay thế để trở thành các phương pháp truyền thống.	2015
3.4	Hải sản phát triển bằng cách nuôi trồng thuỷ sản đảm bảo được phần lớn hải sản tiêu dùng.	2014
3.5	Tự động hoá các phương pháp canh tác nông nghiệp, đồng thời việc sử dụng công nghệ người máy trở nên thông dụng (30%).	2020
3.6	Phương pháp canh tác nông nghiệp chính xác (điều khiển bằng máy tính việc tưới, tiêu nước, gieo hạt, bón phân, rắc các loại thuốc trừ sâu hại v.v...) trở nên thông dụng (30%).	2015
3.7	Sản xuất rau, quả tại các thành phố, đô thị nhờ sử dụng các hệ thống nhà kính hay các hệ thống thâm canh khác trở nên phổ biến (30%).	2020

3.8	Sản xuất tăng nhanh nhờ sử dụng các phương pháp thủy canh (nuôi trồng trong nước dinh dưỡng) trở nên thông dụng (30%).	2015
3.9	Bánh mì, rau và thịt nhân tạo v.v... được tiêu dùng thông dụng (30%).	2022
4	**Công nghệ thông tin - phần cứng máy tính**	
4.1	Các thiết bị trợ giúp cá nhân số hoá (các máy vi tính kiểu bỏ túi) được đa số người sử dụng để điều khiển công tác cá nhân và việc riêng.	2008
4.2	Các siêu máy tính sử dụng phương pháp xử lý song song theo loạt lớn trở nên thông dụng (30%).	2008
4.3	Các máy vi tính hội tụ và kết nhập với vô tuyến truyền hình, điện thoại và các cuộc truyền phát video tương tác.	2005
4.4	Các trung tâm giải trí sử dụng tại nhà có kết hợp truyền hình tương tác, điện thoại và máy tính được thương mại hoá rộng rãi.	2006
4.5	Các máy tính quang tử bước vào thị trường thương mại.	2014
4.6	Các hình thức tiên tiến hơn trong việc bảo quản các dữ liệu (bộ nhớ từ tính, quang, bán dẫn cao cấp v.v...) là tiêu chuẩn đối với các máy tính đa phương tiện (Multimedia).	2006
4.7	*"Các chip sinh học"* bảo quản dữ liệu ở cấp phân tử được thương mại hoá rộng rãi.	2017
5	**Công nghệ thông tin - phần mềm máy tính**	
5.1	Đa số các phần mềm được sản xuất tự động bằng cách sử dụng các mođun phần mềm (lập trình hướng đối tượng, các công cụ CASE, v.v.)	2007
5.2	Các hệ chuyên gia được sử dụng rộng rãi để hỗ trợ quá trình ra quyết định trong công tác quản lý, y tế, kỹ thuật công trình và các lĩnh vực khác.	2010
5.3	Cảm nhận giác quan bằng máy tính - Các đặc tính về cảm nhận giọng nói, chữ viết và cảm nhận quang học cho phép các máy tính thông thường tương tác với con người.	2007
5.4	Dịch các ngôn ngữ nhờ máy tính - Các máy tính có thể thông dịch ngay lập tức một cách dễ dàng các ngôn ngữ với độ chính xác và tốc độ cần thiết để giao dịch có hiệu quả.	2012
5.5	Các tác nhân phần mềm thông tin (người máy, thiết vị dẫn đường) lọc và hồi cố dễ dàng thông tin cho người dùng tin.	2009
5.6	Các môi trường tính toán ở khắp mọi nơi (thể hiện trong các bộ vi xử lý ở các đối tượng dùng chung) được tích hợp với nơi công tác và với gia đình.	2009
5.7	Các mạng thần kinh - 30% công tác tính toán được thực hiện bởi các mạng thần kinh (nơron) có sử dụng các bộ vi xử lý song song.	2015
5.8	Học bằng máy - Các chương trình máy tính cho phép học bằng phương pháp thử - sai để điều chỉnh hành vi của chúng trở nên phổ biến.	2012
6	**Công nghệ thông tin - truyền thông**	
6.1	Các máy vi tính chiếm lĩnh phần đáng kể (10%) thị trường truyền thông tiếng nói.	2006
6.2	Giao thức chuẩn số hoá - Đa số các hệ thống truyền thông (80%) ở các nước công nghiệp hoá chấp nhận giao thức chuẩn số hoá.	2006
6.3	Siêu lộ cao tốc thông tin - Đa số người (80%) ở các nước phát triển truy cập tới siêu lộ cao tốc thông tin.	2008
6.4	Các nhóm hệ thống (Groupware Systems) được sử dụng phổ biến để cùng làm việc và học tập đồng thời tại vô số chỗ khác nhau.	2007

6.5	Các mạng băng rộng (B-ISDN - Đa dịch vụ tích hợp số hoá, ATM - Truyền tải không đồng bộ, cáp sợi quang v.v...) nối với đa số hộ gia đình và cơ quan làm việc.	2009
7	**Công nghệ thông tin - các dịch vụ thông tin**	
7.1	Giải trí theo yêu cầu - Một loạt phim ảnh, các cuộc thi đấu thể thao và các loại hình giải trí khác có thể được tuỳ ý chọn lựa trên mạng điện tử theo yêu cầu tại gia đình.	2003
7.2	Hội nghị bằng video - Hội nghị từ xa được các nước công nghiệp hoá sử dụng rộng rãi để tiến hành các cuộc bàn bạc kinh doanh.	2004
7.3	Xuất bản trực tuyến - Phần lớn các sách và các ấn phẩm được phát hành trực tuyến (online) trên mạng thông tin điện tử.	2013
7.4	Ngân hàng và két tiền điện tử - Ngân hàng điện tử, kể cả két tiền điện tử thay thế giấy, các hoá đơn thanh toán và két tiền mặt với tính cách là các phương tiện thương mại chủ yếu.	2009
7.5	Bán hàng nhờ mạng điện tử - Một nửa tổng lượng hàng hoá tại Mỹ sẽ được bán thông qua các dịch vụ thông tin.	2018
7.6	Liên lạc viễn thông - Đa số người làm việc (80%) sẽ thực hiện công việc, ít nhất, là một phần việc của mình nhờ sự định vị viễn thông từ xa.	2019
7.7	Học từ xa - Các trường phổ thông và cao đẳng đều cùng sử dụng các chương trình giảng dạy đã được máy tính hoá và các buổi lên lớp thông qua vô tuyến truyền hình tương tác.	2006
8	**Chế tạo cơ khí và chế tạo người máy**	
8.1	Chế tạo cơ khí được tích hợp với máy tính (CIM - Computer Integrated Manufacturing) được sử dụng trong đại đa số các thao tác ở xí nghiệp.	2012
8.2	Số việc làm của các xí nghiệp giảm xuống 10% - Các quy trình tự động hoá góp phần làm cho việc cân đối việc làm của xí nghiệp giảm được xuống dưới 10% sức lao động.	2015
8.3	Sản xuất sản phẩm theo đơn yêu cầu đặt hàng riêng của khách hàng đại trà, như ôtô và các ứng dụng khác trở thành thông dụng (30%).	2011
8.4	Người máy tinh vi có giác quan cảm nhận, đề ra được quyết định, có khả năng học tập và di động, được bán phổ biến.	2016
8.5	Công nghệ Nano-Technology. Các máy móc siêu nhỏ hay công nghệ siêu vi mô (Nano-Technology) được triển khai thành các ứng dụng thương mại.	2016
9	**Các Vật liệu**	
9.1	Các động cơ làm bằng gốm - Các động cơ làm bằng gốm được bán trên thị trường được sản xuất theo loạt lớn cho các phương tiện đi lại.	2014
9.2	Một nửa số ôtô được chế tạo từ các vật liệu composit tái chế.	2013
9.3	Các vật liệu siêu dẫn - Các vật liệu siêu dẫn được sử dụng rộng rãi (30%) để truyền điện trong các thiết bị điện tử, các ứng dụng trong ngành năng lượng, y tế và truyền thông.	2015
9.4	Các vật liệu composit thay thế phần lớn các kim loại truyền thống trong các thiết kế sản phẩm.	2016
9.5	Các "Buckyballs" và "Buckytubes" đều là những dụng cụ trong việc triển khai các vật liệu mới.	2011
9.6	Các vật liệu tự lắp ráp đều được sử dụng và bán rộng rãi.	2027
9.7	Các vật liệu thông minh đều được sử dụng rãi trong gia đình, công sở và các phương tiện đi lại.	2026
10	**Y học**	
10.1	Tự chăm sóc sức khoẻ nhờ máy tính điện tử - Các hệ thống thông tin máy tính hoá được sử dụng rộng rãi trong y tế; bao gồm chẩn đoán, kê đơn, bào chế dược phẩm, giám sát các điều kiện y tế và tự chăm sóc.	2007

10.2	Các cách tiếp cận về mặt hậu cần (vật chất và tinh thần) đối với ngành y tế sẽ được đại đa số cộng đồng y học chấp thuận.	2009
10.3	Kỹ thuật gen - Các bậc cha mẹ có thể lựa chọn rộng rãi các đặc tính của thế hệ con cái mình thông qua kỹ thuật gen.	2020
10.4	Liệu pháp gen được sử dụng rộng rãi để ngăn chặn hoặc điều trị các căn bệnh di truyền.	2013
10.5	Thay thế các cơ quan và kỹ thuật nhân bản (Cloning) - Các cơ quan và các mô tế bào sống được sản xuất bằng kỹ thuật gen được sử dụng rộng rãi để thay thế các nội quan của người.	2018
10.6	Các bộ phận của cơ thể được sản xuất bằng phương pháp tổng hợp - Các cơ quan và các mô tế bào nhân tạo được sản xuất bằng phương pháp tổng hợp được sử dụng rộng rãi để thay thế các nội quan của người.	2019
10.7	Cấy ghép thị giác bằng máy tính - Việc cấy, ghép thị giác được máy tính hoá sẽ được thương mại hoá rộng rãi để điều chỉnh những khuyết tật của mắt người.	2014
10.8	Tìm ra khả năng ngăn chặn hay điều trị một căn bệnh chính như ung thư hay AIDS	2013
11	**Công nghệ Vũ trụ**	
11.1	Các liên doanh tư nhân trong lĩnh vực Vũ trụ - Các tập đoàn tư nhân sẽ tiến hành đại đa số các cuộc phóng tên lửa và tầu lên Vũ trụ với tính cách là các liên doanh tư nhân.	2019
11.2	Một chuyến bay có người tới sao Hoả được thực hiện.	2037
11.3	Xây dựng một căn cứ có người thường trực trên Mặt trăng.	2028
11.4	Thăm dò các chòm sao - Một con tầu Vũ trụ được phóng lên để thăm dò hệ thống các chòm sao lân cận Trái đất.	2042
11.5	Sản xuất các vật liệu mới trong Vũ trụ - Các hoá chất, kim loại v.v... không chế tạo được trên Trái đất do yêu cầu về độ tinh khiết và các yêu cầu khác được sản xuất trong Vũ trụ.	2018
11.6	Đạt được tốc độ gần với tốc độ của ánh sáng. Các con tàu Vũ trụ hay các cuộc thử nghiệm đạt gần với tốc độ ánh sáng (30%).	2062
11.7	Tiếp xúc ngoài Trái đất - Cuộc sống thông minh được tiếp xúc ở khắp mọi nơi trong Vũ trụ.	2049
12	**Giao thông vận tải**	
12.1	Đường ray tốc độ cao hay tàu chạy trên đệm từ lưu hành giữa các thành phố lớn ở các nước phát triển.	2017
12.2	Các phương tiện đi lại có tính lai ghép (động cơ đốt trong và động cơ điện) được thương mại hoá rộng rãi.	2006
12.3	Các ôtô điện chạy bằng ắcquy được sử dụng phổ biến (30%).	2011
12.4	Các ôtô điện chạy bằng các tế bào nhiên liệu được sử dụng rộng rãi (30%).	2016
12.5	Các tàu bay siêu âm được sử dụng cho đại đa số các chuyến bay xuyên đại dương.	2025
12.6	Các hệ thống xa lộ cao tốc được tự động hoá sẽ được sử dụng phổ biến để kiểm soát tốc độ, điều khiển xe và hãm xe.	2018
12.7	Các hệ thống giao thông vận tải thông minh được sử dụng phổ biến (30%) để giảm tắc nghẽn giao thông trên xa lộ.	2016
12.8	Vận chuyển người nhanh chóng (như các phòng lái có dạng ôtô trên các đường ray dẫn hướng) được xây dựng ở hầu hết các khu vực đô thị lớn.	2024
12.9	Các cụm cộng đồng có đầy đủ tiện nghi tại các khu vực đô thị, giảm bớt được các nhu cầu về đi lại ở địa phương.	2023

BẢNG 16: DỰ ĐOÁN TRIỂN VỌNG TOÀN CẢNH CỦA SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC LĨNH VỰC ĐỜI SỐNG XÃ HỘI TRONG THẾ KỶ XXI

1900 — 1940 — 1980 — 2020 — 2060 — 2100

1	2	3	4	5	6
DÂN SỐ	2,4 tỷ người	5 tỷ người	8 tỷ người	10,5 tỷ người	12 tỷ người
	Sự ngự trị của Châu Âu trong một thế giới bị thuộc địa hóa Chuyển dịch dân số của các nước có công nghiệp phát triển	Sự tăng trưởng dân số của phương "NAM"	Di dân Nam Bắc, giảm phổ biến tỷ lệ sinh đẻ, các nước thuộc địa cũ mạnh lên	Kiểm soát phổ cập đối với sự sinh đẻ	Lựa chọn di truyền học để sinh sản
Y TẾ	Kéo dài tuổi thọ ở các nước giàu	Giảm tỷ lệ chết của trẻ em ở các nước nghèo	Đi theo phương thức điều trị học, phổ biến hệ thống y tế của phương Tây trên toàn thế giới	Kiểm tra sức khỏe cá nhân (ăn uống, thể thao, thư giãn). Các bệnh tinh thần	Đầu thai nhân tạo, các cơ quan tương hợp về sinh học để thay thế hay thích nghi (các mang của cá, tôm...)
NÔNG NGHIỆP MÔI TRƯỜNG	Các thị trường địa phương, cục bộ	Thị trường thế giới: công nghiệp hóa, sản xuất thừa, di dân vào các thành phố	Những chiến dịch đầu tiên về tái tạo rừng. Thay đổi về chất, các sản phẩm nhỏ ở trang trại tìm kiếm các giá trị gia tăng cao	Cảnh sát thế giới về sinh thái. Chinh phục trái đất. Quy hoạch du lịch. Trồng trọt không dùng đất (hydro-ponlique)	Nghệ thuật làm vườn trên quy mô hành tinh, kể cả trong đại dương (nuôi trồng hải sản...)
CÔNG NGHIỆP	Phương pháp sản xuất kiểu Taylo (Taylorisme)	Phi địa phương hóa công tác chế tạo. Tự động hóa	Phát triển khu vực dịch vụ, các xí nghiệp nhỏ, các thành phố kỹ thuật	Thiết kế, công nghiệp nghệ thuật và văn hóa	Thay đổi lại thiên hướng một cách tối đa, ngành công nghiệp sinh học cất cánh. Bảng 13 (tiếp)
GIAO THÔNG VẬN TẢI	Đường sắt	Giao thông hàng hải, hàng không và ô tô	Giao thông được trang bị kỹ thuật viễn thông. Bùng nổ các đô thị. Các phương tiện giao thông công cộng mới, tầu tốc hành, kinh khí cầu (cần cẩu bay)	Phi địa phương hóa hoàn toàn công tác văn phòng. Du lịch trong Vũ trụ, xe đẩy trên không	Chuẩn bị tra khỏi Hệ Mặt trời
NĂNG LƯỢNG NGUYÊN LIỆU	Than đá, các mỏ	Dầu hỏa, điện khí hóa các nước phương Bắc	Chuyển sang sử dụng Hydrô. Hạt nhân + các ngành tiết kiệm năng lượng	Điện khí hóa toàn Thế giới, đa dạng hóa các nguồn năng lượng phát triển năng lượng mặt trời	Các loại năng lượng có thể được tái tạo lại hoàn toàn. Khai thác mỏ trên Mặt trăng và các hành tinh ở gần (các tiểu hành tinh)

1	2	3	4	5	6
TRUYỀN THÔNG	Telephon cho những người có địa vị Radio cho mọi người.	Telephon cho toàn Châu Âu, Mỹ, Nhật. Truyền hình trên quy mô Thế giới.	Điện thoại di động và Mạng số hóa tích hợp đa dịch vụ (B-ISDN) ở Châu Âu, Mỹ, Nhật, các con rồng Châu Á (NIC). Điện thoại thông dụng ở Đông Âu, Nam Mỹ. Khởi đầu truyền hình có độ phân giải cao.	Điện thoại truyền hình cho tất cả mọi người. Các môi trường tương tác. Đa dạng các công cụ truyền thông.	Truyền thông đa phương tiện kiểu bỏ túi (thần giao cách cảm nhân tạo) giải đoán các giấc mơ.
TÀI CHÍNH	Chế độ bản vị vàng.	Chế độ bản vị đô la, các ngân hàng cấp Nhà nước.	Hệ thống 3 cực: đồng tiền ecu (euro), yên, đô la; các cuộc khủng hoảng tài chính, hợp nhất, các hệ thống tài chính Thế giới, lĩnh vực tài chính *"cất cánh"*	Một số xí nghiệp phát hành tiền, tiền tệ Thế giới được thống nhất hóa, các ngân hàng *"xã hội học"*	Các loại tiền tệ "tư nhân" quan trọng hơn các loại tiền tệ của Nhà nước: hệ thống kiểu *"bán có phường, buôn có bạn"*, *"sự quay trở lại"* của lĩnh vực tài chính.
CÁC XUNG ĐỘT	Sự kịch phát các Nhà nước - Quốc gia. Hai cuộc chiến tranh Thế giới. Xe bọc thép và máy bay. Hirôsima và Nagasaki	Các cuộc cách mạng nội tại, các cuộc xung đột Đông Tây. Răn đe hạt nhân.	Các cuộc xung đột tôn giáo, chiến tranh gián tiếp (khủng bố). Bọn mafia lên đỉnh cao của quyền lực. Sử dụng có hạn chế các vũ khí hóa học, vi trùng và hạt nhân chiến thuật	Các cuộc xung đột tranh giành tri thức, các cuộc ăn cướp và chiến đấu trong lĩnh vực tin học.	Tranh giành ảnh hưởng để kiểm soát các trạng thái tâm lý. Cảnh sát thế giới, các xí nghiệp mạnh hơn các Nhà nước
ĐÀO TẠO	Giảng dạy sơ cấp ngoài giáo hội ở Châu Âu, Mỹ, Nhật.	Công tác nghiên cứu được thể chế hóa. Tạo ra hàng loạt thợ cả. Thiếu nền văn hóa kỹ thuật.	Chuyển sang sử dụng các phương tiện truyền thông mới: Viễn tin học, CD-ROM, CD-I... chống nạn mù chữ.	Tư nhân hóa: thị trường các công cụ tương tác trong giảng dạy, kèm cặp dân số bằng các máy âm thị.	Đào tạo thường xuyên và giải trí hướng vào tính dân tộc. Tự kiểm soát trạng thái tâm lý. Nền văn hóa kỹ thuật được phổ cập hóa.
CÁC TÔN GIÁO	Đạo cơ đốc của các nước thực dân.	Chủ nghĩa khoa học lên ngôi bá chủ. Tạo ra hàng loạt thợ cả. Thiếu nền văn hóa kỹ thuật.	Các chủ trương hỗn hợp tôn giáo, những nhà tiên tri mới, phát triển các khoa học về nhận thức.	3. Nhận thức tính Hợp lý, tính Hòa nhập và tính Sáng tạo.	Các logic sống: mở rộng sự nhận thức.
CÁC NỀN VĂN HÓA	Toàn cầu hóa nền văn hóa Châu Âu.	Tiếng Anh là ngôn ngữ Quốc tế để trao đổi về giao lưu, Âm nhạc đại chúng.	Sự phục hưng của các nền văn hóa và các ngôn ngữ địa phương. Video đại chúng.	Gia tăng các hệ thống dịch thuật liên các nền văn hóa (Intercultures).	Tạo ra các cơ thể sống gần như nhân tạo. Sáng tạo nghệ thuật thường xuyên vừa sức mọi người
MÔI TRƯỜNG PHỔ CẬP	Xã hội sản xuất.	Xã hội tiêu thụ.	Xã hội kịch bản	Xã hội giáo dục.	Xã hội của sự giải phóng.

Nguồn: "2100 Récit du prochain siecle". Paris, Editions Payot, 1990, p.587 (Pháp)

E - VŨ KHÍ TRANG BỊ TRONG LỊCH SỬ NHÂN LOẠI

*Vũ khí, nói đầy đủ hơn, vũ khí trang bị quân sự là những công cụ đặc thù, vật chất cũng như phi vật chất, sử dụng trong một phạm trù hoạt động đặc thù của loài người - hoạt động chiến đấu. Vì thế, chúng là một bộ phận đặc biệt quan trọng trong nền văn minh của loài người. Lịch sử tiến hóa của loài người cho thấy, trình độ phát triển của vũ khí gắn bó như hình với bóng với trình độ phát triển của công cụ sản xuất, với cơ sở vật chất của lực lượng sản xuất cũng như phương thức sản xuất do nó tạo ra. Về vấn đề này, năm 1984 Ogarkov, Tổng tham mưu trưởng cuối cùng của thời đại Xôviết đã có lý khi đưa ra luận điểm cho rằng, **"phương thức tiến hành chiến tranh của một xã hội phản ánh những mặt then chốt nhất của phương thức tạo của cải vật chất của chính xã hội đó."***

Xuất hiện ngay từ giai đoạn sớm nhất trong lịch sử phát triển xã hội loài người, những vũ khí đầu tiên được chế tác theo một quy trình chung, và cũng được sử dụng một cách lưỡng dụng, chẳng hạn, với tư cách phương tiện săn bắt đồng thời với tư cách phương tiện tự vệ. Tuy nhiên, do con người là mục tiêu "khó khăn" nhất mà chính con người phải đối phó, nên điều không lạ là trong suốt chiều dài lịch sử những thành tựu khoa học và công nghệ tiên tiến nhất luôn được khai thác cho chế tạo vũ khí và trang bị quân sự. Và vì thế, không ngạc nhiên là sự phát triển của vũ khí trang bị luôn phản ánh nhịp độ phát triển theo cấp số nhân, hay theo vòng xoắn ốc của lịch sử phát triển tri thức nhân loại. Nếu như loài người phải mất khoảng thời gian tính bằng vạn năm kể từ khi chế ngự được ngọn lửa để đến với thời đại đồ đồng, thì từ khi chế tạo ra binh khí và công cụ lao động bằng đồng sang đến đồ sắt chỉ mất khoảng thời gian tính bằng ngàn năm. Để đi từ hỏa khí giản đơn Thế kỷ XIII đến súng pháo nòng rãnh của thời cách mạng công nghiệp, loài người mất 500 năm, đi tiếp đến súng pháo tự động (liên thanh) mất 300 năm; và từ đó đến với vũ khí có điều khiển mất 50 năm, vũ khí công nghệ cao và vũ khí thông tin chỉ trong vòng 20-30 năm.

Có thể thấy rõ mối quan hệ ràng buộc và đan xen giữa các cuộc cách mạng trong hai lĩnh vực tri thức và kinh tế xã hội. Trong lĩnh vực tri thức, từ sau Công nguyên có ba cuộc cách mạng lớn: cách mạng khoa học bắt đầu từ Thế kỷ XV tại phương Tây (với một mốc đáng chú ý là sự ra đời của học thuyết nhật tâm của Copernicus), cách mạng khoa học kỹ thuật Thế kỷ XIX. Đan xen giữa chúng là sự phát triển của thời kỳ phục hưng ở Châu Âu, rồi đến các cuộc cách mạng công nghiệp Thế kỷ XVII. Đáng chú ý là, với cuộc cách mạng công nghiệp, vũ khí trang bị không chỉ có tính năng tác dụng khác biệt với các công cụ sản xuất khác, mà còn được nghiên cứu, phát triển và sản xuất trong một bộ phận riêng, tương đối tách biệt trong nền kinh tế - cái gọi là khu vực sản xuất quốc phòng. Tuy nhiên, tới cách mạng công nghệ giữa Thế kỷ XX, đang được xem là cuộc cách mạng cả trong lĩnh vực tri thức lẫn trong sản xuất xã hội, khuynh hướng chế tạo sản phẩm lưỡng dụng dường như lại được lặp lại. Gắn với những cuộc cách mạng này là sự phát triển mang tính cách mạng của công cụ sản xuất cũng như vũ khí trang bị.

Slipchenko, một chuyên gia vũ khí thời đại Xôviết đã đưa ra một bảng phân loại vũ khí trang bị theo trình độ công nghệ, nói đúng hơn theo mức độ phức tạp của công cụ với tư cách là một hệ thống. Theo đó, cho đến nay công cụ sản xuất và vũ khí trang bị do con người đã sáng chế ra đã trải qua bảy thế hệ.

*Thuộc về **Thế hệ đầu tiên** là những công cụ và vũ khí một thành phần - thành phần tác động, mà điển hình đồng thời cũng là công cụ xa xưa nhất là hạch đá (đạn) được sử dụng làm công cụ săn bắn, đồng thời cũng là vũ khí chiến đấu. Tất nhiên, dần dần cũng bắt đầu có sự phân hóa giữa các công cụ lao động (như đòn bẩy, cuốc, dao) và vũ khí (gươm, giáo, lao). **Thế hệ hai** gồm các công cụ và vũ khí hai thành phần, trong đó bên cạnh phần tác động còn có phần truyền động, như hệ thống cung tên, trong đó cây cung là thành phần để truyền sức mạnh cơ bắp. Nguồn động lực vẫn nhờ vào sức người, sức súc vật (lừa, ngựa) hoặc tự nhiên (con nước, cối giã gạo bằng sức nước hoặc cối xay gió). Cho đến cách mạng công nghiệp, Thế kỷ XVII, với*

sáng chế ra máy hơi nước của J. Watt, con người mới tạo được nguồn động lực cho riêng mình, tạo ra thứ máy móc ba thành phần. Tuy nhiên, ngay từ Thế kỷ XIII, với sáng chế ra súng pháo đã xuất hiện vũ khí ba thành phần đầu tiên, trong đó động lực do năng lượng nổ tạo ra chính thức trở thành một thành phần tích hợp của hệ thống vũ khí. Đó là ***Thế hệ thứ ba*** *các công cụ có động lực - máy hơi nước và vũ khí có động lực - hỏa khí giản đơn.*

Thế hệ thứ tư *là các công cụ và vũ khí tự động hóa nhờ điều khiển cơ giới, mà đại diện ban đầu là máy hơi nước có cơ cấu tự động phân phối hơi và súng pháo dùng rãnh xoắn để ổn định đường đạn. Tuy nhiên, đến cuối Thế kỷ XIX quá trình cơ giới hóa sản xuất trong công nghiệp dần chín muồi, bắt đầu xuất hiện những đại diện thế hệ bốn tiêu biểu, với một bên là phương tiện có động cơ đốt trong và bên kia là súng pháo tự động (liên thanh). Như là một sản phẩm của đại công nghiệp, xuất hiện hàng loạt phương tiện mang phóng vũ khí mới. Trên biển là những hạm tàu đóng bằng thép và bọc thép; trên bộ là xe hỏa bọc thép rồi đến ôtô, ôtô bọc thép và xe tăng. Thế kỷ XX mở đầu với sáng chế ra máy bay, một phương tiện đưa con người chủ động chinh phục không trung, đồng thời cũng mở ra một môi trường hoạt động quân sự mới. Song ngay từ Thế kỷ XIX, quá trình điện khí hóa nền kinh tế đã bắt đầu, gắn với nó đã xuất hiện những phương tiện vận chuyển mới như tàu điện, phương tiện chiếu sáng mới như đèn điện, và nhất là những phương tiện bảo đảm lưu trữ, truyền đạt thông tin nhanh chóng và rộng rãi, có được nhờ các sáng chế ra máy điện thoại, điện báo, mở ra khả năng chinh phục một không gian hoàn toàn khác không quan sát được bằng mắt thường - không gian điện từ. Cũng từ đây, trong quân đội xuất hiện một loại hình phương tiện mới - khí tài, mà một trong những đại diện đầu tiên là các phương tiện thông tin liên lạc. Cuộc cách mạng khoa học mới, về sau này được định danh lại là cách mạng khoa học kỹ thuật diễn ra từ Thế kỷ XIX đã đem lại những bước nhảy vọt về công cụ sản xuất cũng như công cụ chiến đấu. Nhờ thành quả của nó, đến đầu Thế kỷ 20 bắt đầu xuất hiện các phương tiện truyền tin vô tuyến điện, và nhất là radar, cái đã góp phần tạo nên diện mạo của quân đội và chiến trường hiện đại. Từ những năm 40 Thế kỷ XX với sự phát triển của công nghệ điện tử, còn bắt đầu xuất hiện hàng loạt vũ khí có điều khiển, như đạn pháo (phòng không), bom, máy bay và tên lửa, được sử dụng rộng rãi ngay trong Chiến tranh Thế giới II. Với vũ khí có điều khiển, lần đầu tiên con người kiểm soát được quá trình đưa vũ khí tới mục tiêu; và do đó tăng đáng kể xác suất diệt mục tiêu, hay giảm đáng kể lượng vũ khí tiêu hao trong trận đánh.*

Một trong những thành tựu lớn nhất của cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật là tạo cho con người khả năng kiểm soát năng lượng hạt nhân, một nguồn năng lượng khổng lồ, bất tận; cho phép nhân bội sức mạnh của con người, đến mức không thể dùng sức mạnh cơ bắp để so sánh, dù sức mạnh ấy đã được tính theo thứ đơn vị gọi là sức ngựa. Còn nếu để so sánh với hóa năng, cũng phải tính tương đương với công suất của khối thuốc nổ cỡ hàng ngàn tấn. Đồng thời, cũng xuất hiện một thế hệ vũ khí mới - vũ khí hạt nhân hay vũ khí ***Thế hệ thứ năm****. Sức phá hoại của vũ khí hạt nhân lớn đến nỗi, chỉ một quả bom hạt nhân cũng có khả năng huỷ diệt cả một đô thị. Vì thế về mặt quân sự, bằng vũ khí hạt nhân, lần đầu tiên có khả năng đạt kết quả chiến lược mà chỉ cần một đòn tiến công. Song nghịch lý là cũng với vũ khí hạt nhân, lần đầu tiên xuất hiện khả năng tiêu diệt lẫn nhau chắc chắn, không còn ai tồn tại để chiến thắng. Thuộc thế hệ này còn có các vũ khí sinh học và hóa học, mặc dù phạm vi tác động hạn chế hơn so với vũ khí hạt nhân, song đều có đặc tính chung - hủy diệt lớn không lựa chọn.*

Cuộc cách mạng công nghệ mà cơ sở vật chất là máy tính điện tử - phương tiện nhân bội sức mạnh trí tuệ của con người, đã tạo ra những máy móc và phương tiện chiến tranh mới về chất nhờ có thêm bộ phận hợp thành thứ tư - thành phần điều khiển tự hoạt, cái cho phép trực tiếp xử lý thông tin và ra quyết định với sự can thiệp tối thiểu của con người. Ứng với hệ thống công cụ và vũ khí trang bị bốn thành phần tích hợp, xuất hiện bốn loại hình máy móc cũng như vũ khí trang bị chức năng. Trong quân sự, ngoài các phương tiện chiến tranh đã có, như vũ khí, phương tiện mang phóng vũ khí và phương tiện bảo đảm chiến đấu (các khí tài trinh sát, truyền tin) từ những năm 50 Thế kỷ XX còn xuất hiện một loại hình phương tiện mới, cái gọi là hệ thống tự động chỉ huy bộ đội và điều khiển vũ khí (hệ thống C^3I) - một phương tiện chiến tranh mới về chất, cho phép nâng cao tốc độ chỉ huy và điều khiển lên tới quy mô thời gian thực (tức là khung thời

gian cho phép xác định và công kích mục tiêu mà đối phương chưa kịp thay đổi trạng thái). Những vũ khí trang bị này được gọi là vũ khí trang bị công nghệ cao hay vũ khí thông minh. Theo Slipchenko, chúng được xếp vào ***Thế hệ thứ sáu*** *- thế hệ vũ khí trang bị trên cơ sở thông tin. Với vũ khí trang bị trên cơ sở thông tin, lần đầu tiên hoạt động xử lý thông tin được chuyển từ con người sang vũ khí, khiến cho tốc độ công kích cũng như độ chính xác của vũ khí tăng lên về chất.*

Đồng thời với sự xuất hiện của vũ khí trang bị công nghệ cao, thứ vũ khí trang bị lệ thuộc vào thông tin cũng như hoạt động thu thập và xử lý thông tin, còn xuất hiện những phương tiện chiến tranh mới khác; mà một trong những mục đích tạo ra chúng là đánh vào máy tính và mạng máy tính nói chung. Đó là vũ khí thông tin, trong đó thông tin được coi là mục tiêu tiến công cũng như được dùng làm vũ khí. Vũ khí thông tin và dạng thức chiến tranh gắn với nó đã mở ra một không gian chiến trường mới, không gian điều khiển học, trong đó không hề có vật chất. Vì những đặc điểm khác biệt như vậy, vũ khí thông tin được xếp vào ***Thế hệ thứ bảy****.*

Cũng nên lưu ý rằng, mỗi thế hệ vũ khí và vũ khí trang bị nói chung, đều gắn với một loại hình chiến tranh đặc thù, với những đặc điểm do chính phương thức sản xuất đi liền với nó quy định. Nhờ tự động hóa một phần (nửa tự động) hoặc toàn phần trên súng pháo - hệ quả của cách mạng kỹ thuật, cộng với năng lực sản xuất đạn (cũng như súng pháo và vũ khí nói chung) hàng loạt với giá thành đủ hạ - hệ quả tất yếu của cách mạng công nghiệp, đến đầu Thế kỷ XX con người đã có khả năng sử dụng tới hàng triệu tấn vật chất kỹ thuật vào mục đích hủy diệt chính con người. Nó tạo ra cách đánh dựa trên mật độ hỏa lực cao của pháo tự động lên đạn và súng liên thanh, khiến sức cơ động của các binh đoàn kỵ mã hoàn toàn bị triệt tiêu, biến Chiến tranh Thế giới I thành dạng thức chiến tranh hầm hào.

Tuy nhiên, một khi ra khỏi nòng súng thì viên đạn hoặc quả đạn hoàn toàn bay theo quỹ đạo do tự nhiên quy định; và nhìn chung độ chính xác trúng đích của nó nhỏ đến nỗi, trong Chiến tranh Thế giới I, tính trung bình để diệt một mục tiêu phải mất hàng trăm viên đạn nhọn hoặc hàng chục quả đạn pháo. Trong Chiến tranh Thế giới II, và về sau này, khi phương tiện bảo vệ (chẳng hạn vỏ giáp xe tăng) ngày càng được nâng cao, cộng với cách đánh ngày càng cơ động, phi tập trung, tỷ lệ này còn giảm đi hàng chục lần. Chẳng hạn, theo một số thốNgười kê, những năm 60 Thế kỷ XX để diệt một "Việt Cộng" trung bình phía Mỹ phải bắn tới hàng trăm đạn pháo hoặc khoảng 5.000 đạn nhọn. Nhằm giải quyết tình trạng này, ngay từ Chiến tranh Thế giới I, đã có giải pháp tăng bội uy lực sát thương, bằng vũ khí hóa học và sinh học. Đến những năm 40 Thế kỷ, với bom nguyên tử, uy lực sát thương đã tăng đến mức không thể kiểm soát.

Với vũ khí huỷ diệt hàng loạt, đặc biệt là vũ khí hạt nhân tình hình có khác đôi chút. Thuật ngữ vũ khí hủy diệt hàng loạt ra đời từ cụm từ tiếng Anh Weapon of Mass Destruction, viết tắt là WMD, được sử dụng lần đầu vào tháng 1-1946 trong Nghị quyết đầu tiên của ***"Uỷ ban giải quyết các vấn đề liên quan đến năng lượng hạt nhân"*** *thuộc Đại hội đồng Liên hợp quốc, dùng để chỉ bốn vũ khí có khả năng hủy diệt hàng loạt là các vũ khí hạt nhân, hóa học, và sinh học, gọi tắt là các vũ khí NBC [1].*

Mặc dù khác biệt nhau về nguyên lý chế tạo và cơ chế tác động, song chúng đều có đặc trưng chung là quy mô hủy diệt cực kỳ lớn và không thể kiểm soát được tác động nói chung, tác động nguy hiểm và lâu dài nói riêng. Là thành quả của các hoạt động nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ (R&D) đem lại, vũ khí hủy diệt hàng loạt, được coi là "vũ khí của các labô" hay vũ khí kỹ thuật cao, mà việc chế tạo chúng khó khăn và đắt đến nỗi, khó có thể sử dụng trong xung đột nhỏ lẻ, sự vật thường diễn ra mọi lúc mọi nơi. Mặt khác, như tên gọi của nó, vũ khí hủy diệt hàng loạt, nhất là vũ khí hạt nhân có sức huỷ diệt khủng khiếp đến nỗi nếu đem sử

---

(1) Nhiều chuyên gia còn liệt kê các vũ khí phóng xạ và sinh thái (chẳng hạn, các vũ khí khí tượng gây thủng tầng ozone, và gây động đất, địa chấn) vào thế hệ vũ khí hủy diệt hàng loạt (Xem thêm mục ***Vũ khí hủy diệt hàng loạt****).*

(2) Một thí dụ về tác động của vũ khí hạt nhân là giả thuyết về vụ va chạm hành tinh dẫn tới sự tuyệt chủng của loài khủng long. Theo đó, cách đây 65 triệu năm rất có thể trái đất đã va chạm với một tiểu hành tinh. Theo tính toán, vụ nổ do va chạm đó có công suất cỡ 200 Mt, tức là chỉ tương đương với 40 quả bom khinh khí 5 Mte, cỡ bom lớn nhất hiện có. Trong khi đó, vào cuối những năm 70 Thế kỷ, khi Chiến tranh Lạnh đang ở đỉnh cao, trong kho vũ khí hạt nhân của Liên Xô có khoảng 6.000 đầu đạn hạt nhân, còn Mỹ sở hữu tới 11.000 đầu đạn hạt nhân các cỡ.

dụng thì chẳng còn ai sống sót để chiến thắng.[2] *Chính vì thế, sau những sử dụng đầu tiên trong Chiến tranh Thế giới I (vũ khí hóa học) và II (vũ khí sinh học và hạt nhân), chúng đã trở thành cái gọi là vũ khí ngăn đe*[1] *nghĩa là ngăn chặn bằng cách đe dọa giáng trả. Nói cách khác, vũ khí hủy diệt hàng loạt không phải là cái có thể đem sử dụng tuỳ tiện, và thực tế sau Chiến tranh Thế giới II, cũng hầu như không còn được sử dụng nữa. Còn một giải pháp khác để giải quyết tình trạng này là thực hiện điều khiển vũ khí đến mục tiêu, một cách làm đã được thực hiện từ những năm 40 Thế kỷ XX.*

Vũ khí trang bị công nghệ cao, nói đúng hơn, vũ khí trang bị trên cơ sở thông tin, là cơ sở vật chất của dạng thức chiến tranh công nghệ cao, vì vậy chúng có tác động chi phối tới các đặc trưng của dạng thức chiến tranh này. Vũ khí trang bị trên cơ sở thông tin gồm bốn bộ phận hợp thành là vũ khí chính xác cao, phương tiện mang phóng sức sống cao (tàng hình), phương tiện bảo đảm chiến đấu đa phổ đa chiều và phương tiện C^3I. Vũ khí chính xác cao đã mở đường cho cách đánh mang tính "giải phẫu", điểm huyệt - đánh vào những mục tiêu chiến lược mang ý nghĩa sống còn, thay cho cách đánh dựa vào mật độ hoả lực cao của chiến tranh cơ giới. Các phương tiện mang phóng trên cơ sở thông tin, điển hình là tên lửa hành trình, máy bay tàng hình và máy bay không người lái chiến đấu, đang làm thay đổi hẳn diện mạo chiến trường, gây nguy cơ vô hiệu hoá radar - xương sống của mọi hệ thống phòng không hiện đại, tạo ra khả năng công kích mà không bị giáng trả cho bên có ưu thế công nghệ. Đặc biệt, các hệ thống C^3I tích hợp với các phương tiện bảo đảm đi kèm, được bố trí mọi nơi, kể cả trên vũ trụ, đã cho phép không chỉ làm trong suốt chiến trường, tăng độ chính xác công kích, nhanh chóng ra quyết định chiến đấu ở quy mô gần như thực thời, mà còn cho phép người chỉ huy tối cao ra lệnh cho từng người lính đánh vào từng mục tiêu cụ thể. Như vậy, trong chiến tranh trên cơ sở thông tin, không gian chiến trường được mở rộng, đa chiều, không còn ranh giới phân cách giữa các tuyến chiến đấu, giữa hậu phương với tiền phương; trong khi thời gian bị dồn nén cao độ, quỹ thời gian chuẩn bị của bên bị tiến công giảm xuống tới mức tối thiểu. Đó là những thay đổi khác về chất, và do đó, so với chiến tranh cơ giới của thời đại công nghiệp, chiến tranh trên cơ sở thông tin là bước phát triển về chất. Chính vai trò then chốt của hệ thống C^3I trong chiến tranh hiện đại và nhu cầu đối phó với chúng là một trong những nguyên nhân dẫn tới sự hình thành và phát triển một dạng thức chiến tranh mới - chiến tranh thông tin.

Là sản phẩm đặc thù của hình thái kinh tế-xã hội tri thức, vũ khí thông tin là một phạm trù vũ khí mới về chất so với tất cả những vũ khí khác từng được sáng chế ra trong lịch sử loài người. Nét mới và khác biệt về chất ấy thể hiện ở chỗ, lần đầu tiên thông tin (chứ không phải vật chất, dù dưới dạng chất/vật thể hay trường) đã thực sự trở thành mục tiêu, đồng thời cũng được trực tiếp dùng làm vũ khí. Nhờ đó, vũ khí thông tin đã không chỉ có tác dụng mở rộng mà còn làm thay đổi tận gốc quan niệm về mục đích cũng như mục tiêu chiến tranh - nó là cơ sở vật chất đặc thù cho cái gọi là chiến tranh thông tin, một hình thái chiến tranh nhằm và có tác dụng làm sai lệch và huỷ hoại thông tin; từ đó, làm thay đổi nhận thức, ý chí và năng lực hành động của đối tượng chịu tác động. Do diễn ra vào bất kỳ thời điểm và địa điểm nào, không lệ thuộc vào việc có hay không có xung đột vũ trang, chiến tranh thông tin làm đảo lộn những quan niệm đã được xác lập trong lịch sử về chiến tranh; chẳng hạn, xoá nhoà ranh giới không gian về chiến trường cũng như ranh giới thời gian giữa thời bình và thời chiến. Mặt khác, do vũ khí và hoạt động chiến tranh thông tin được nhiều tổ chức và cá nhân thực hiện, nói cách khác, do tính xã hội hoá rộng rãi của nó, nên chiến tranh thông tin đã làm thay đổi hẳn quan niệm về lực lượng tham chiến, cũng như về người lính với những phẩm chất truyền thống. Người lính cơ bắp với súng đạn đến tận răng của chiến tranh như cách hiểu xưa nay đã nhường chỗ cho người lính bác học với thứ vũ khí vô hình gọi là phần mềm và thủ đoạn tác chiến chính không phải là huỷ diệt cơ sở vật chất hoặc tiêu diệt thân xác, mà là huỷ diệt ý chí của đối phương. Vũ khí và chiến tranh thông tin đã xoá nhoà ranh giới giữa công nghệ quân sự và công nghệ dân sự; chẳng hạn, vì một lẽ đơn giản - không thể xác định một phần mềm độc hại hay một virus là có nguồn gốc quân dụng hay dân dụng. Và cuối

---

(1) Nguyên văn tiếng Anh là deterrence hoặc deterent, được ông Lê Kim, nguyên phóng viên báo ***Quân đội nhân dân*** *dịch nghĩa lần đầu là ngăn đe, song gần đây được chuyển ngữ là răn đe, một thuật ngữ mang ý nghĩa khác hẳn, gây ngộ nhận đáng kể.*

cùng, do tác động phá hoại to lớn cả về kinh tế lẫn xã hội, chiến tranh thông tin dường như gần với khủng bố nhiều hơn là chiến tranh theo cách hình dung thông thường. Là sản phẩm của cách mạng thông tin, rõ ràng chiến tranh thông tin là một dạng thức chiến tranh mới về chất, chưa từng thấy trong lịch sử quân sự, cũng như lịch sử loài người nói chung. Trái ngược với chiến tranh công nghệ cao hay chiến tranh trên cơ sở thông tin, dạng thức chiến tranh thông tin với tính xã hội hoá cao độ của nó đã làm mất độc quyền của các nhóm quyền lực vị kỷ, tạo ra cái gọi là chiến tranh nhân dân trong thời đại hậu công nghiệp.

Lịch sử văn minh nhân loại đã chứng kiến sự ra đời của lần lượt bảy thế hệ công cụ lao động và vũ khí: từ vũ khí lạnh (bạch binh), hỏa khí giản đơn, đến súng pháo nòng rãnh, vũ khí tự động, vũ khí hạt nhân, vũ khí trên cơ sở thông tin và vũ khí thông tin. Rất có thể với những phát triển khoa học công nghệ mới sẽ còn xuất hiện những thế hệ vũ khí trang bị mới. Chẳng hạn, những thành tựu công nghệ mới trong lĩnh vực công nghệ sinh học như chuyển gene, nhân bội tế bào gốc, nhân bản hay sinh sản vô tính trên động vật (Cloning) và giải mã bộ gen người; hoàn toàn có thể được sử dụng cho mục đích chống lại con người, dù có hay không diễn ra xung đột vũ trang. Cũng như vũ khí thông tin, dường như khó phân biệt các phương tiện này là có nhằm mục đích quân sự hay không. Và nói chung, trong bối cảnh đó, khó có thể nêu một cách rành mạch ranh giới giữa một công cụ lao động với một công cụ chiến tranh. Vì vậy, cái khác biệt duy nhất dường như chỉ là ở mục đích sử dụng. Nói cách khác, bắt đầu từ vũ khí thông tin lịch sử phát triển công nghệ dường như lặp lại - giống như giai đoạn phát triển công nghệ trước cách mạng công nghiệp, song ở mức cao hơn về chất, và do đó, chứa đựng nhiều triển vọng cũng như nguy cơ khó lường.

ĐẠI TÁ KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN**

I - VŨ KHÍ CỔ TRONG LỊCH SỬ NỀN VĂN MINH NHÂN LOẠI

Sự phát triển vũ khí cổ của nhân loại có thể chia làm hai thời kỳ: Thời kỳ vũ khí sử dụng năng lượng cơ bắp (vũ khí lạnh)và thời kỳ vũ khí sử dụng năng lượng thuốc súng (hỏa khí). Vũ khí lạnh xuất hiện từ thời đại đồ đá (cách đây hàng chục nghìn năm) đến giai đoạn hỏa khí được sử dụng phổ biến (khoảng Thế kỷ XVI S.CN). Hỏa khí hình thành khoảng Thế kỷ XIII, XIV S.CN đến cuối Thế kỷ XIX mới tương đối hoàn chỉnh. Như vậy, có giai đoạn vũ khí lạnh và hỏa khí cùng song song tồn tại.

Trong lịch sử phát triển vũ khí của loài người, giai đoạn hình thành, phát triển và tồn tại của vũ khí lạnh là dài nhất (hàng trăm thế kỷ). Song sự tiến bộ của nó về cấu tạo lại rất chậm chạp.

Vũ khí lạnh có thể chia ra làm mấy loại: dùng để đánh tiếp cận (giáp lá cà), đánh tầm xa, đánh công thành, vũ khí dùng cho thủy quân, vũ khí dạng cạm bẫy, vũ khí để hộ vệ.

A. VŨ KHÍ LẠNH

a. Vũ khí đánh tiếp cận

Vũ khí tiếp cận gồm: đao, kiếm, dáo, câu liêm chuỳ, rìu, lâu, mâu, mác thương... chúng dùng để đâm, chém, chặt, phóng hoặc dùng để kéo ngã, kéo đổ (câu liêm) gây sát thương người ngựa đối phương khi đánh trên bộ hoặc đánh dưới thủy.

Vũ khí tiếp cận trong lịch sử.

Những vũ khí lạnh kể trên (dao, kiếm...) đã làm bạn với con người từ rất lâu đời có tới hàng chục (có thứ hàng trăm) Thế kỷ nay. Trong hầu hết các trận chiến đấu (kể cả các trận nổi tiếng) đều không thể thiếu được các công cụ để chiến đấu là vũ khí cho tất cả bộ binh, kỵ binh lẫn thủy binh. Ở Cận Đông, Châu Á, Châu Phi và Châu Âu thời cổ đã hình thành nhiều đội quân biết sử dụng vũ khí đâm, chém, phóng... dàn thành đội hình vuông để giáp chiến. Họ cầm gươm hoặc dáo, rìu... cùng vũ khí hộ vệ như áo giáp, trụ, khiên, mộc xông ra chiến đấu. Thế kỷ XIII, quân Nguyên Mông có tài cưỡi ngựa, sử dụng gươm dáo kết hợp với một số vũ khí khác đã *"làm mưa làm gió"*, đánh chiếm nhiều vùng rộng lớn Châu Á, Trung Cận Đông, Châu Âu. Mặc dù vậy, họ đã ba lần xâm lược Đại Việt nhưng đều thất bại.

Vũ khí đâm, chém, chặt có thể sử dụng làm công cụ lao động trong thời bình và sẵn sàng trở thành vũ khí trong thời chiến với một số dân tộc chưa có đủ hỏa khí để sử dụng trong chiến đấu.

Hiện nay, bảo tàng lịch sử ở một số nước trên Thế giới [1] vẫn còn trưng bày nhiều loại vũ khí tiếp cận.

Trong đó có một vài vũ khí (như kiếm) đã trở thành báu vật của một số nhà Vua hoặc Tổng thống. Nó có thể được truyền từ đời này sang đời khác và được coi là báu vật của giòng họ, sắc tộc, gia đình. Kiếm còn được sử dụng trong các cuộc diễu binh hoặc đội quân danh dự đón tiếp nguyên thủ Quốc gia ở một số nước khi có các cuộc thăm viếng bang giao.

b. Vũ khí tầm xa: Gồm cá loại vũ khí dưới đây:

1. *Cung*: gồm thân cung và dây cung. Thân cung làm bằng vật liệu đàn hồi (khi uốn) như tre, gỗ... Dây cung làm bằng dây leo trong núi rừng (có loại có độ bền kéo cao) hoặc gân, da thú vật... cắt ra. Cung có khả năng bắn tên đi rất nhanh với tầm xa 200 - 250m, tuỳ theo sức khoẻ của người sử dụng.

2. *Nỏ*: tuy không cơ động bằng cung nhưng bắn xa và chính xác hơn cung vì thân nỏ có rãnh hướng cho tên bay. Cấu tạo của nỏ ngoài hai thành phần như cung còn có thân nỏ làm bằng gỗ hoặc kim loại. Trên thân nỏ có khấc sau này phát triển thành cơ cấu cò để giữ dây cung và điều khiển (giải phóng) dây cung khi bắn.

Cung và nỏ xuất hiện đã hàng ngàn năm nay ở hầu khắc các nước trên Thế giới. Chúng là vũ khí tầm xa lợi hại và cơ động dùng được cả cho bộ binh, kỵ binh, thuỷ binh. Thời đại phát triển của kỵ binh (khoảng năm 600 – 1400, Sau CN), cung được các kỵ sỹ ở vùng Cận Đông và Trung Á sử dụng rộng rãi. Thế kỷ XIII, các đội kỵ binh Mông Cổ có biệt tài bắn cung đã vùng vẫy nhiều nơi trên Thế giới.

---

(1) Ở Việt Nam, Viện Bảo tàng Quân đội còn lưu giữ nhiều kiếm quý. Chúng là kỷ vật của triều Nguyễn hoặc của các vị lãnh đạo quân đội nước ngoài tặng các vị lãnh đạo quân đội ta. Những kiếm này có vỏ bao và cán trang trí đẹp, làm bằng kim loại đắt tiền, lưỡi bằng thép tốt.

Người Việt Nam sử dụng cung nỏ cũng rất sớm. Tr. C.N có tướng giỏi là Cao Lỗ chế tạo một chiếc nỏ bắn một lúc nhiều phát tên (có thể đây là một máy bắn tên cấu tạo dựa trên nguyên lý của nỏ) gọi là nỏ Liên Châu. Mũi tên thời đó đã được đúc bằng đồng (nặng hơn gỗ và tre) đi xa và độ chính xác cao hơn (mũi tên phi kim loại). Nếu bôi hoặc mang thêm chất độc, chất bẩn, chất cháy, mũi tên càng tăng tác dụng nguy hiểm tới đối phương. Con người còn dùng cung, nỏ để bắn truyền đơn, hoặc bắn quả nổ (khi xuất hiện hoả khí) vào đồn hoặc lên tàu, thuyền đối phương. Trên Thế giới, cung, nỏ đã tham gia và quyết định thành công nhiều trận chiến đấu nổi tiếng, như trận giữa quân Anh và Pháp ở Creer (1346), trận Poitiers (1356) và Agincourt (1415)...

3. *Máy bắn đá:*

Công trình sư Hê Rô sống ở thành Alexandria trong Thế kỷ thứ III sau C.N cho biết, những phát minh về máy bắn đá được thực hiện ở Syracure của Sicily vào khoảng năm 400 Tr. C.N. Sách ***Kinh Thánh*** *Chronicles (*Phần 2*)* có ghi: "*Vua Ugiah của Juder đã chế tạo những máy bắn đá để bảo vệ Jérusalem*".

Máy bắn đá ban đầu của người Hy Lạp cấu tạo như một cái "nỏ" khổng lồ. Những bộ phận của nỏ lắp trên bệ gỗ và một cần bật được dựng lên bằng cách quay tời, bắn những tảng đá nặng đi xa 200 – 300m. Việc thao tác máy bắn đá do một tốp người dùng cơ cấu chốt, vành hãm, cần bật... Khi tháo, họ dùng cần lẫy. Một đầu cần bật được buộc dây chắc và bền, tốp người kéo dây và phần đàn hồi đầu kia của cần bật sẽ *"bắn"* đá đi. *"Đạn"* có thể là đá cục nặng hàng chục kg hoặc những sọt đựng đá gồm nhiều cục nhỏ (mỗi cục từ 5 –10kg). Có nơi gọi máy bắn đá là *"sảo pháo"*. Tuỳ theo số cần bật mà người ta gọi là *"nhị sảo pháo"*, *"tam sảo pháo"*...

Máy bắn đá dùng để công thành hoặc bắn vào tàu thuyền đối phương. Người Hy Lạp và người La Mã đã cải biên thành súng bắn đá để lắp lên tàu, thuyền, dùng nỏ bắn lên tàu, thuyền hoặc mục tiêu trên đất liền. Ở Châu Á, quân nhà Lý do Lý Thường Kiệt chỉ huy (của nước Đại Việt), đã dùng máy bắn đã tấn công thành Ung Châu (năm 1075 S. CN) nhằm chặn trước một cuộc xâm lăng của quân nhà Tống. Năm 1077 S. CN để chống lại công cuộc đổ bộ của thuỷ quân Đại Việt, quân Tống cũng dùng máy bắn đá xuống dòng Sông Như Nguyệt. Máy bắn đá là loại vũ khí tầm xa lợi hại thời ấy, trên Thế giới cũng phát triển mạnh, khá sớm ở vùng Trung Cận Đông. Người La Mã (Thế kỷ III Tr. CN) đã đánh bại hải quân Carthage bằng cách cải tiến máy bắn đá để bắn các móc bám vào tàu, thuyền đối phương; sau đó, tìm cách tiếp cận (nhờ móc bám có dây buộc) kéo thuyền đối phương lại gần để giáp chiến.

Về sau, máy bắn đá được người Hồi giáo cải tiến thêm. Nhờ áp dụng nguyên tắc đòn bẩy, họ giảm được rất nhiều "pháo thủ". Họ dùng vật nặng treo cố định ở đầu cầu, nơi mà trước đó nhiều người phải buộc dây để dật tạo nên lực bật (lực đẩy). Loại pháo có dùng đối trọng ấy được gọi là **"Hồi Hồi pháo"**. Nhờ cải tiến này mà số người sử dụng vào một máy bắn đá giảm đi hàng chục người.

c. Vũ khí công thành:

Chúng gồm các vũ khí tiếp cận (gươm, giáo, mác, chuỳ...), vũ khí tầm xa (cung, nỏ, máy bắn đá) và đặc biệt có một số vũ khí chuyên dùng như: xà beng, những cuộn dây buộc các móc chùm, thang gỗ hoặc thang dây (có sức bền kéo cao), thang mây, đầm bằng gỗ được bịt thép ở đầu để phá thành, tháp vây hãm, xe chắn đạn, cần cẩu nâng lính...

Tháp vây hãm phá thành được dựng công phu, có nhiều tầng, nặng hàng tấn, đặt trên con lăn hoặc con trượt cho dễ cơ động. Nó đã được nhiều nước ở Trung Cận Đông, Châu Âu sử dụng, trong đó phải kể đến Alexandros và Vua Eduard III của nước Anh. Sau này, khi toán học phát triển, ở một số nước còn xuất hiện loại cần cẩu chuyên dùng để đưa quân lính lên tháp vây hãm thành nhằm tấn công một cách ồ ạt, chớp nhoáng.

Xe chặn đạn thường đặt trên 4 bánh xe để đẩy cho nhẹ, phía trước gắn một tấm thép (hoặc gỗ dày, rơm bện, mùn cưa, cỏ khô bện) dùng chắn đạn cho các xạ thủ bắn cung.

Thang gỗ để leo lên tường thành, có nhiều đoạn lắp với nhau bằng bản lề, nhờ đó nó có thể gấp lại gọn gàng, giúp cho việc cơ động dễ dàng. Dạng *"chiến tranh công thành"* xuất hiện ở Sumer (một nước ở vùng Cận Đông) thuộc Ai Cập vào khoảng năm 1300 – 1200 Tr. CN. Ở Việt Nam (Thế kỷ III Tr. CN) tại thành Cổ Loa trong cuộc chiến diễn ra giữa quân của An Dương Vương và quân của Triệu Đà. Cũng dùng cách đánh công thành mà quân đội

Assyri đã tiêu diệt được Vương quốc Biblical của Iarall và Vương quốc Judecc (những nước cổ ở vùng Cận Đông).

d. Vũ khí dùng cho thuỷ quân:

Thuỷ quân cũng phải sử dụng các vũ khí đánh tiếp cận (như gươm, giáo...) nhưng một số có chế tạo cải biên cho phù hợp (giáo, đao.. làm ngắn hơn) để chiến đấu trên boong, tàu... được thuận lợi. Thuỷ quân còn sử dụng vũ khí tầm xa (cung, nỏ, máy bắn đá) và một số vũ khí chuyên dùng khác (như Taran, Varôn, nỏ máy, máy bắn đá cải tiến...).

Taran thực ra là những mũi nhọn bằng gỗ cứng có bọc đồng hoặc thép được gắn ở mũi thuyền chiến để lao vào đâm thủng mạn thuyền đối phương. Đối với thuyền vỏ gỗ, Taran tỏ ra nguy hiểm. Còn Varôn là loại vũ khí sát thương đối phương bởi những khối kim loại bằng chóp nón (hoặc những quả chuỳ). Cấu tạo chính của nó là một cần trục lớn đặt trên giá gỗ đặt ở mũi thuyền (tàu), thân cần trục gắn thêm một tấm ván rộng. Khi hai thuyền (tàu) giáp nhau cần trục được kéo lên và khối kim loại hình chóp sẽ giáng mạnh vào thuyền (tàu) đối phương, lính chiến bước lên tấm ván tràn sang thuyền (tàu) đối phương. Vũ khí Taran được trang bị cho thuyền Pentio và Torid[1].

Nỏ máy là loại nỏ bắn được nhiều tên cùng một lúc. Nói đúng hơn, nỏ máy là một tập hợp của nhiều nỏ (như nỏ Liên Châu của nước Âu Lạc). Uy lực của nó lớn hơn không những do nhiều mũi tên bắn đi cùng một lúc mà còn do lực đẩy của dây rất lớn tạo nên sơ tốc của mũi tên cao. Tên có thể đi xa được 400 m – 500 m. Ở Châu Á, nước Âu Lạc và sau này cả Trung Hoa cổ đã chế tạo nỏ máy đưa sử dụng cho thuỷ quân. Trong Thế kỷ thứ III Tr. CN, người Hellen (Hy Lạp) và người La Mã cũng sử dụng nỏ máy ở chiến trận.

Máy bắn đá cải tiến chủ yếu bằng việc thay đổi kích thước cho phù hợp để lắp lên thuyền và sử dụng *"đạn"* cải tiến. Người La Mã đã dùng những móc bám (bằng khối kim loại có ngạnh) để bắn lên thuyền (tàu) đối phương, hoặc bắn lên địa phận chuẩn bị đổ bộ, sau đó tìm cách tiếp cận (vì những "móc bám" này đã được buộc dây dài) bằng cách kéo mạnh dây, đổ bộ lên thuyền (tàu hoặc địa phận) của đối phương để giáp chiến.

đ. Vũ khí dạng cạm bẫy:

1. *Chông:* Cách đây hàng chục Thế kỷ, con người đã biết đào những hố sâu, cắm chông (bằng tre, nứa, gỗ, kim loại vót nhọn) xuống đó rồi khéo léo nguỵ trang miệng hố để bẫy đối phương hoặc bẫy thú lớn. Đó là hầm chông. Chông không những cắm ở trong hố mà còn được cắm rải trên mặt đất, dưới mặt nước. Chông có thể được cắm vào một khối gỗ (hình trụ hoặc hình cầu) rồi treo lơ lửng trên cành cây. Dây buộc có cài cạm và được nguỵ trang kỹ. Đối phương chạm vào dây cạm giải phóng, khối chông (còn gọi là chông thò) nhờ trọng lượng bản thân rơi xuống sát thương người (ngựa). Chông cắm ở dưới nước (không cần phải nguỵ trang) để sát thương người, ngựa hoặc tàu, thuyền.

Trên Thế giới, từ cổ xưa, bẫy chông được dùng phổ biến. Ở Việt Nam, vào năm 938, Ngô Quyền đã huy động binh lính và dân binh dùng cọc (cây) gỗ vót nhọn bịt sắt ở đầu rồi cắm xuống cửa Sông Bạch Đằng. Khi thuỷ triều lên, quân của Ngô Quyền dùng một lực lượng nhỏ ra khiêu chiến và nhử đối phương vào sâu trong cửa sông. Lúc thuỷ triều xuống, họ tập trung lực lượng lớn với trang bị vũ khí mạnh (chủ yếu là cung, nỏ, máy bắn đá...) đánh cấp tập, quyết liệt buộc đối phương phải rút lui. Lúc này, chông phát huy tác dụng, chọc thủng nhiều thuyền đối phương.

2. *Bẫy đá:* Từ cổ xưa, con người biết lợi dụng sự rơi (hoặc lăn) của những hòn (tảng) đá nặng từ độ cao nhất định để sát thương đối phương. Đá được đựng trên một tấm gỗ, tre đan (hay kim loại) và treo trên cành cây hoặc vách núi. Một phía của tấm dựng được cố định, phía kia buộc và giữ bởi một sợi dây. Dây được dòng xuống đất thông qua một cái cạm và nguỵ trang khéo léo. Người, ngựa đối phương vướng vào dây, cạm, dập xuống, tấm dựng sẽ làm đổ đá gây sát thương đối phương.

Trên Thế giới, từ xa xưa, nhân dân nhiều nước (đặc biệt ở nơi có địa hình rừng núi) sử dụng bẫy đá hiệu quả. Ở Việt Nam, bẫy đá được phát huy. Thậm chí cả đến thời kỳ hiện đại, họ vẫn dùng bẫy đá trong các cuộc kháng chiến chống ngoại xâm.

---

(1) Trong Thế kỷ thứ III Tr. CN người La Mã đã đánh bại hải quân Carthage bằng cách dùng Taran kết hợp với các loại vũ khí khác như Varôn, cung, máy bắn tên (nỏ máy).

g. Vũ khí để hộ vệ:

Từ thời tiền sử, con người đã dùng các vũ khí hộ vệ khi chiến đấu. Đó là khiên, mộc, giáp, trụ.

* *Khiên*: làm bằng tre, song, mây dây rừng đan thành tấm hoặc kim loại mỏng, da thú cứng cắt thành từng mảnh hình tròn, chữ nhật hay ô van và có gắn thêm quai để cầm tay khi ra trận (dùng cho bộ binh, kỵ binh…).

* *Mộc:* làm bằng tấm gỗ dày, gắn quai để cầm tay dùng cho bộ binh che đỡ khi giao chiến.

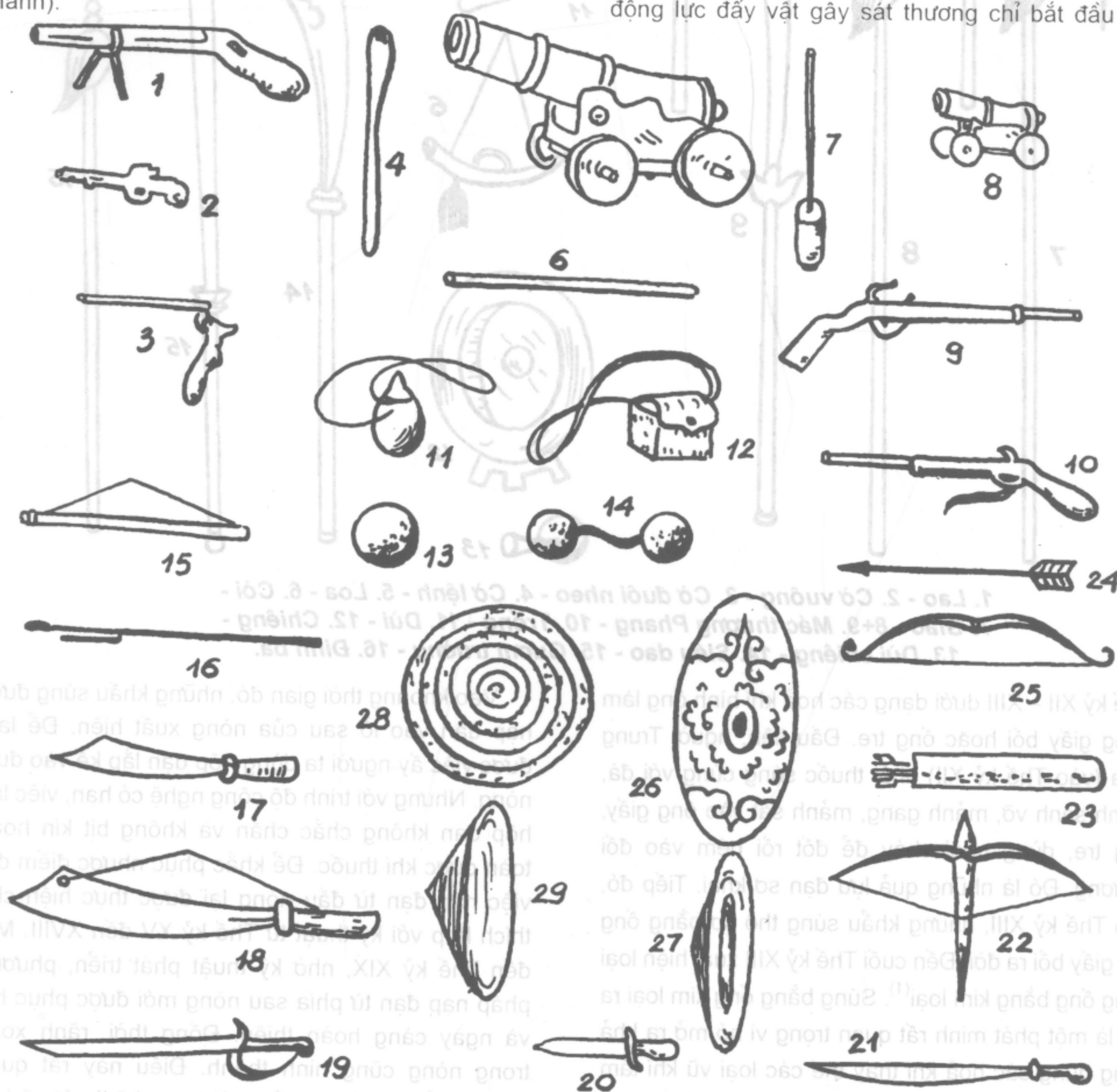
* *Giáp*: có dạng như chiếc áo che thân, chân, tay, cho người lính (với ngựa chỉ che đầu và thân). Vật liệu để làm giáp là da thú, vải dày hoặc kim loại (tạo thành rất nhiều miếng ghép lại. Thời Hán ở Trung Quốc có bộ giáp gồm 2859 miếng ghép thành).

* *Trụ*: làm bằng dây leo, da thú hoặc kim loại (nhiều mảnh ghép lại) dùng để che đỡ phần đầu cổ của người lính.

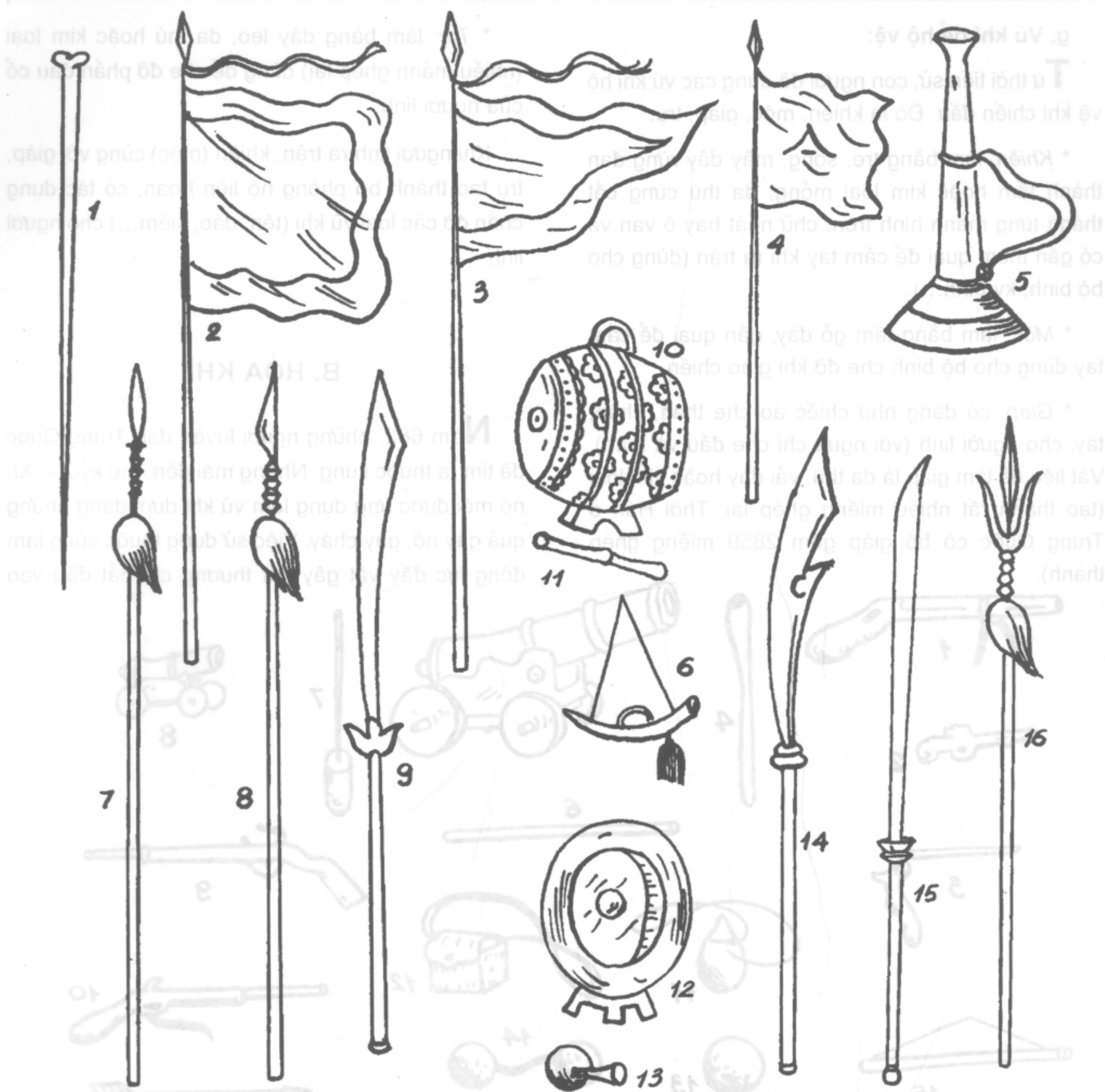
Khi người lính ra trận, khiên (mộc) cùng với giáp, trụ tạo thành bộ phòng hộ liên hoàn, có tác dụng chắn đỡ các loại vũ khí (tên, dáo, kiếm…) cho người lính.

B. HỎA KHÍ

Năm 682, những người luyện đan Trung Quốc đã tìm ra thuốc súng. Nhưng mãi đến Thế kỷ X – XI, nó mới được ứng dụng làm vũ khí dưới dạng những quả gây nổ, gây cháy. Việc sử dụng thuốc súng làm động lực đẩy vật gây sát thương chỉ bắt đầu vào



1. Súng khóa sơn - 2. Súng đoản mã - 3. Súng khai phúc - 4. Liều thuốc súng - 5. Súng đại bác 6. Súng mã trường - 7. Chày nạp súng - 8. Súng thần công - 9. Súng máy đá - 10. Súng hỏa mai 11. Bầu đựng ngòi - 12. Bao đạn - 13. Đạn - 14. Đạn xúc xích - 15. Hỏa hổ - 16. Hỏa tiễn - 17. Mã đao - 18. Đại đao - 19. Gươm - 20. Dao găm - 21. Quất - 22. Nỏ hay Ná - 23. Ống tên - 24. Tên - 25. Cung - 26+27. Mộc - 28+29. Khiên mây (mặt trong và ngoài)



1. Lao - 2. Cờ vuông - 3. Cờ đuôi nheo - 4. Cờ lệnh - 5. Loa - 6. Còi - 7. Giáo - 8+9. Mác thương Phang - 10. Trống - 11. Dùi - 12. Chiêng - 13. Dùi chiêng - 14. Siêu dao - 15. Gươm trường - 16. Đinh ba.

Thế kỷ XII – XIII dưới dạng các hoả khí hình ống làm bằng giấy bồi hoặc ống tre. Đầu tiên, người Trung Hoa (vào Thế kỷ XII) nhồi thuốc súng cùng với đá, mảnh sành vỡ, mảnh gang, mảnh sắt vào ống giấy, ống tre, dùng ngòi cháy để đốt rồi ném vào đối phương. Đó là những quả lựu đạn sơ khai. Tiếp đó, vào Thế kỷ XIII, những khẩu súng thô sơ bằng ống tre, giấy bồi ra đời. Đến cuối Thế kỷ XIII xuất hiện loại súng ống bằng kim loại(1). Súng bằng ống kim loại ra đời là một phát minh rất quan trọng vì nó mở ra khả năng dùng các hoả khí thay thế các loại vũ khí tầm xa dùng cơ học trước đây (cung, nỏ, máy bắn đá...).

Vào khoảng thời gian đó, những khẩu súng được nạp đạn vào lỗ sau của nòng xuất hiện. Để làm được việc ấy người ta dùng hộp đạn lắp kế vào đuôi nòng. Nhưng với trình độ công nghệ có hạn, viêc lắp hộp đạn không chắc chắn và không bịt kín hoàn toàn được khí thuốc. Để khắc phục nhược điểm đó, việc nạp đạn từ đầu nòng lại được thực hiện cho thích hợp với kỹ thuật từ Thế kỷ XV đến XVIII. Mãi đến Thế kỷ XIX, nhờ kỹ thuật phát triển, phương pháp nạp đạn từ phía sau nòng mới được phục hồi và ngày càng hoàn thiện. Đồng thời, rãnh xoắn trong nòng cũng hình thành. Điều này rất quan trọng, thể hiện bước tiến mới trong kỹ thuật vũ khí. Nhờ có rãnh xoắn trong nòng, viên đạn bay ra khỏi nòng vừa tiến vừa tự quay xung quanh trục dọc của nó, tạo nên sự ổn định. Việc bắn chính xác hơn, uy

(1) Hiện nay ở Trung Hoa còn mẫu khẩu súng ghi năm sản xuất 1356.

lực sát thương tăng. Nòng có rãnh xoắn đã từng bước thay thế nòng trơn.

Có thể coi khẩu súng như một *"động cơ"* hai chiều. Năng lượng của khí thuốc để đẩy đạn đi và làm dật lùi khẩu súng. Con người đã biết tận dụng năng lượng (làm giật lùi khẩu súng) của khí thuốc và tích trữ vào lò xo để làm công việc nạp đạn tự động và phát hoả. Nhờ vậy, tốc độ bắn (số phát bắn trong một phút) đã tăng đáng kể và người ta đã chế tạo ra những khẩu súng bắn liên thanh. Hộp đựng đạn và băng đạn cũng có những cải tiến nhằm chứa được nhiều đạn hơn.

Hoả khí ra đời từ Thế kỷ XIII đến Thế kỷ XIX thì tương đối hoàn chỉnh, nó đã giành ưu thế trên chiến trường. Lúc này, đội hình hình khối những người cầm gươm, dáo... đã trở thành mục tiêu lý tưởng cho hoả khí, đặc biệt cho súng liên thanh hoặc pháo binh. Chính nhờ có pháo binh mà quân Pháp đã phá tan đội hình ô vuông của người Thụy Sỹ trên chiến trường Marignano năm 1515. Sự phát triển của hoả khí đã dần dần thay thế vũ khí lạnh. Các nhà quân sự buộc phải thay đổi đội hình tiến quân.

Từ đội hình khối ô vuông chuyển thành đội hình hàng dọc. Vào Thế kỷ XIX, năm 1870, cuộc chiến tranh Pháp – Phổ đã sử dụng phần lớn hoả khí, thể hiện một cuộc chiến tranh hiện đại. Tại vùng Châu Á, người Trung Hoa đã đào được những nòng súng bằng đồng có niên đại 1356 – 1357. Năm 1232, người Trung Hoa dùng pháo bắn đạn tròn bằng đá, dùng trái nổ và khí tài có thuốc súng chống quân Mông Cổ xâm lược. Năm 1274 và 1281, khi đánh Nhật Bản, quân Nguyên (Mông Cổ) xưa dùng *"thiết hoả pháo"*, một loại máy bắn đá phóng đi những hòn đạn sắt chứa chất nổ. Ở Ấn Độ, vào Thế kỷ XIII, người ta đặt những hoả pháo trên các cỗ xe, trên thuyền (tàu) khi tham chiến. Giữa Thế kỷ XIV, ở các nước miền Tây Nam và Trung Âu, thuốc súng giữ vai trò lớn trong quân sự và pháo nòng trơn cũng được dùng khá phổ biến. Nói chung *"khẩu súng của Châu Âu cũng như của Châu Á vào Thế kỷ XIV đều được chế tạo một cách không hoàn hảo, điều đó chứng tỏ rằng pháo binh còn đang trải qua một thời kỳ thơ ấu của mình"*[1].

Ở Việt Nam từ Thế kỷ XIII, XIV, hoả khí đã hình thành. Đó là những quả ném bằng ống tre, giấy bồi được nhồi thuốc súng và mảnh gây sát thương vào trong, phát hoả bằng ngòi cháy chậm. Về sau, những khẩu pháo ra đời bắn những viên đạn có chứa thuốc súng như hoả cầu, hoả đồng... Năm 1390 (năm Canh Ngọ), pháo binh quân đội nhà Trần do tướng Trần Khát Chân chỉ huy đã bố trí trận địa phục kích ở bờ Sông Hải Triều (nay là Sông Luộc chảy qua địa phận huyện Tiên Hưng, Thái Bình) tập trung dùng pháo thuyền (pháo đặt trên thuyền) bắn mãnh liệt vào thuyền chỉ huy đối phương giết chết Chế Bồng Nga (Vua của quân xâm lược Chiêm Thành), dập tan ý đồ xâm chiếm nước Đại Việt. Năm 1407, Hồ Quý Ly đã ra lệnh cho Hồ Đồ, Hồ Xá... cùng với con trai của mình là Hồ Nguyên Trừng đúc súng Thần Công để chống quân xâm lược nhà Minh. Súng đó được gọi là *"Thần cơ sang pháo"*. Trong cuốn ***Vân đài loại ngữ***, nhà Bác học Lê Quý Đôn có ghi: *"... Trong số tù binh mà quân Minh bắt được, chúng biết Hồ Nguyên Trừng*[2] *có tài chế súng Thần Cơ (một kiểu đại bác nòng trơn lúc bấy giờ lắp đạn từ đầu nòng và phát hoả bằng dây cháy chậm) đã thả ông ra rồi nhờ ông chế tạo loại súng lợi hại đó..."*. Sử cũ còn ghi, từ Thế kỷ XIII đến XVI, nhiều kiểu hoả khí đã ra đời ở Việt Nam với những tên gọi rất phong phú. Thời kỳ Hậu Lê có loại súng: súng Lửa, súng Bách Tử, súng Trên Ngựa, súng Báng Gỗ... Triều đại tiếp theo có các kiểu súng: súng Xung Tiêu, súng Điểu Sang, súng Tích Sơn, súng Bắc Cơ Điểu Sang... Đạn dược có đạn đá, đạn chì, đạn gang...

Pháo Thần Công của nước Đại Việt về sau càng phát triển. Nó là một loại đại bác lợi hại thời bấy giờ với nhiều kiểu (nhiều cỡ nòng và dài ngắn khác nhau) mang tên gọi rất kêu như: pháo *"Đại Tướng Quân"*, *"Thần Uy Vô địch Đại Tướng Quân"*... Trong quân đội đã biên chế nhưng đơn vị pháo binh gọi là *"Thần Cơ doanh"*. Các loại pháo nhỏ thì mang vác, loại to đặt cố định ở biên giới, cửa ải hoặc trong thành, loại vừa có thể đặt trên xe 4 bánh, đặt trên voi, trên thuyền chiến. Công nghệ chế súng và thuốc súng cũng ngày một hoàn thiện. Năm 1858, nước Đại Việt đã làm được xe *"Loại bảng thuỷ hoả*

---

*(1) F. Engels, **Tuyển tập luận văn quân sự**, tập II, NXB QĐND H. 1978, tr. 1978.*

(2) Sau khi nhà Hồ thất bại, Hồ Nguyên Trừng bị quân nhà Minh bắt đem về Trung Quốc. Tại vương triều nhà Minh, Hồ Nguyên Trừng đã sáng chế ra loại pháo nói trên và được phong tước Binh bộ tả thị lang. BT.

(3) Đơn vị đo thời cổ 1 thước: 0,425 m; 1 tấc: 0,0425 m; 1 phân: 0,00425m..

kế" (dùng sức nước quay máy để giã luyện thuốc súng). Năm 1859, Tượng mục Vũ Khố Hoàng Văn Hiến đã chỉ đạo việc chế tạo súng đồng với từng đoạn nối bằng ren xoáy thành công được Vua khen thưởng. Mỗi cỗ súng, nòng có 3 – 4 đoạn nối vào nhau, đường kính nòng súng rộng 2 tấc 3 phân (=97,75 cm), nòng dài 7 thước (297 cm)[3].

Năm 1885 – 1896, tham gia cuộc khởi nghĩa của ông Phan Đình Phùng, Cao Thắng cùng một số nghĩa quân đã chế tạo thành công súng trường (theo mẫu 1879 của Pháp). Có đến gần năm mươi phần trăm nghĩa quân Hương Khê được trang bị loại vũ khí này.

Tóm lại, so với vũ khí lạnh, hoả khí phát triển với tốc độ nhanh, từ khi nó hình thành đến tương đối hoàn chỉnh chỉ trong sáu, bảy thế kỷ (từ Thế kỷ XIII đến cuối Thế kỷ XIX). Điều đó có được là nhờ khoa học, kỹ thuật của loài người trong giai đoạn từ Thế kỷ XVII đến cuối Thế kỷ XIX có những bước tiến vượt bậc. Người ta gọi thời kỳ này là *"thời đại của máy móc"*. Ngày nay, con người đã chế tạo ra các loại hoả khí có tầm xa hàng ngàn km với độ chính xác cao, gọi là thời đại *"vũ khí công nghệ cao"*. Con người có khả năng điều khiển viên đạn theo ý muốn (nhờ các thiết bị điện tử, vi mạch...) và có thể tiêu diệt bất kỳ một mục tiêu nào cao hoặc xa hàng chục, hàng trăm, thậm chí hàng ngàn km.

TRUNG TÁ - KS. NGUYỄN HỮU NHẪN

II. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA TÀU THUYỀN QUÂN SỰ TRONG NỀN VĂN MINH THẾ GIỚI

Trong lịch sử nhân loại, tàu thuyền là loại phương tiện chiến đấu cơ động được phát minh và sử dụng khá sớm. Cùng với sự tiến hoá và phát triển của xã hội loài người thì lịch sử chinh phục mặt nước và khai thác những bí mật dưới đáy đại dương cũng phát triển theo. Từ chiếc bè đơn giản, chiếc thuyền độc mộc, rồi thuyền đóng ván dùng mái chèo, dùng buồm đầu tiên, đến những chiếc torio[1] ba tầng chèo của Hy Lạp – La Mã Cổ đại rồi những chiếc Cripơ cắt sóng lừng lẫy Châu Âu đã lần lượt ra đời. Chiếc tàu hơi nước đầu tiên của Clêmông xuất hiện năm 1807. Và việc dùng năng lượng nguyên tử cho các loại tàu nổi, tàu ngầm ngày nay chúng ta đã phải trải qua nhiều chặng đường dài trong lịch sử tiến hoá văn minh loài người.

Mặt nước từ khi bị con người chinh phục đã dần dần được sử dụng mang tính chất quân sự. Đỉnh cao của thuỷ chiến thuộc về những hạm đội của Ai Cập, Phénici, Carthage, Hy Lạp, La Mã... Kiểu thuyền chiến tiêu biểu nổi tiếng nhất ở vùng Địa Trung Hải thời ấy là các Trierem [2]

Đến chiến tranh Puynich (264-146 Tr.CN) trong hạm đội Carthage đã xuất hiện loại thuyền lớn hơn là Pentior [3] dùng độ lớn của thuyền để áp đảo đối phương. Vũ khí chính của loại thuyền chiến Terio và Pentior là những đòn Taran thực hiện bằng cách đâm các mũi nhọn bằng gỗ cứng có bọc thép ở mũi thuyền mình vào phá thủng mạn thuyền đối phương. Sau này, các Terio La Mã xuất hiện thêm loạivũ khí mới là Varôn. Đó là một cần trục lớn đặt ở mui thuyền, trên đó có treo một khối kim loại nặng hình chóp nón, thân cần trục gắn thêm một tấm ván rộng. Khi hai thuyền giáp nhau, cần trục được kéo lên và khối kim loại hình chóp nón sẽ giáng mạnh vào thuyền đối phương, lính giáp chiến sẽ theo tấm ván nhảy sang thuyền đối phương tác chiến.

Thuyền Libua thường không có taran và vanrôn, thay vào đó là các máy bắn gồm cả Catapultae và Baliste. (Libua là loại thuyền nhỏ hơn có lượng giãn nước từ 80 đến 100 tấn, dài 30m, rộng 5m, mớn nước 1m, chỉ có một hoặc hai tầng chèo). Catapultae và Baliste cấu tạo chng giống một chiếc

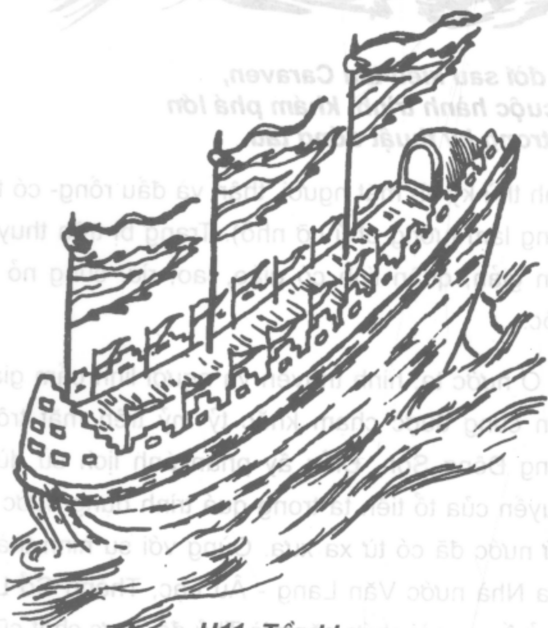
---

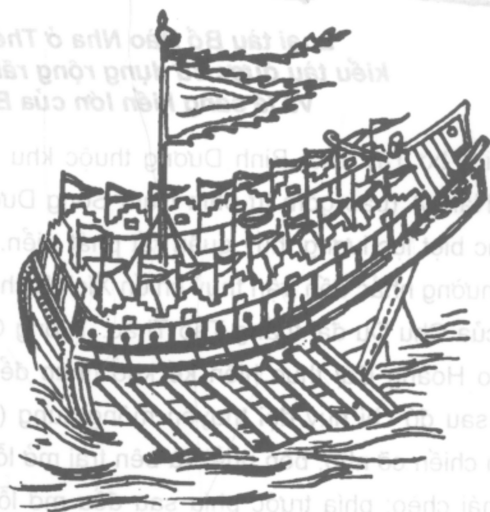
(1,2) Torio hay Trierem là loại thuyền chiến ba tầng chèo, nó thường có trọng tải từ 230 tấn. Độ dài 40-50m, rộng 6m, mớn nước 2,5m, mái chèo dài 4m, có từ 150 đến 170 mái chèo. Tốc độ 7-8 hải lý/giờ.

(3) Pentior là loại thuyền có hai tầng chèo ở mũi, ba tầng chèo ở phía lái, mái chèo rất lớn phải có từ 3 đến 5 người đẩy một mái chèo. Trọng tải 500 tấn, dài 51m, rộng 8m, mớn nước 3,5m.


Đấu thuyền

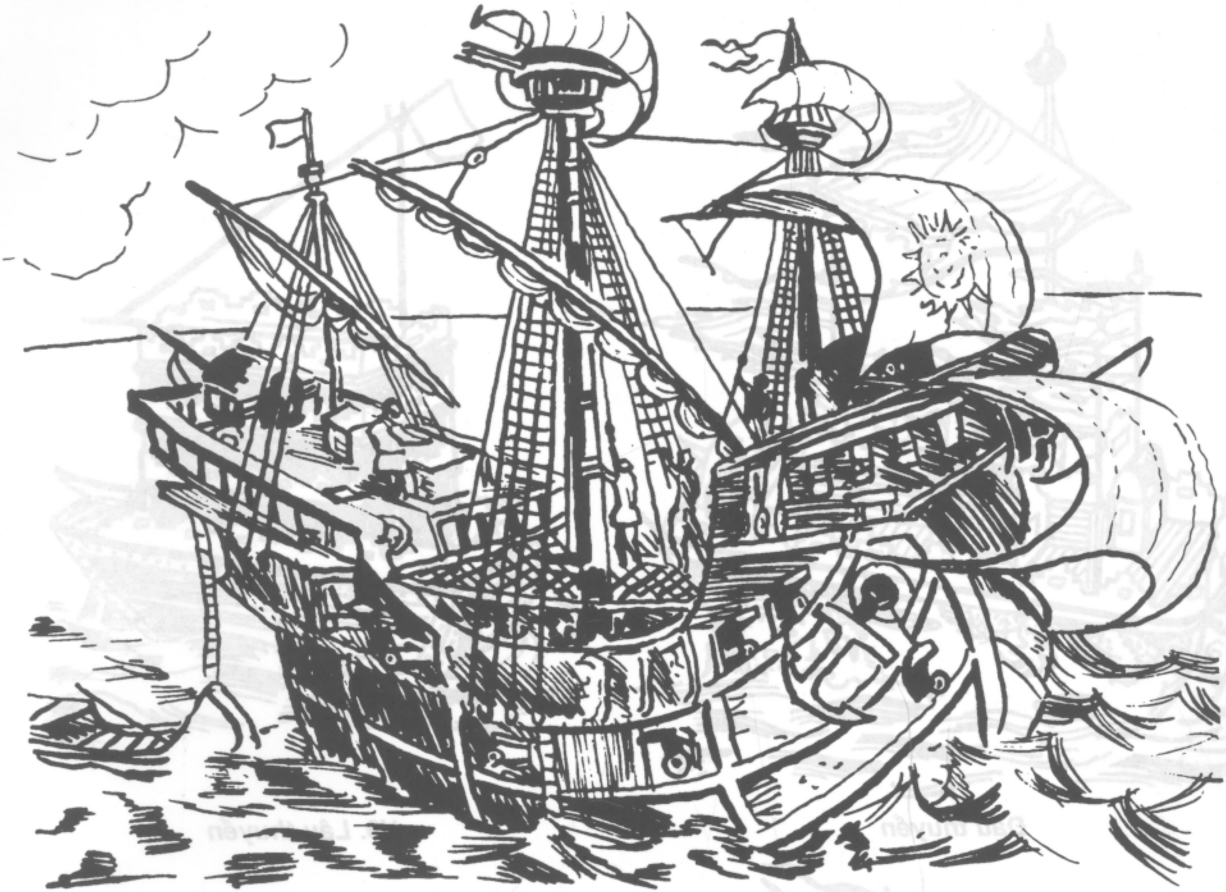

H9. Lâu thuyền


H11. Tẩu kha


H12. Hải cốt

nỏ tức là có một trục để làm chỗ đặt tên đạn và một dây da buộc vào hai đầu tay đòn, dùng sức bật đàn hồi để bắn. Năm 31 Tr.CN, hỉa kục quân của Ôctavius cùng hạm đội liên minh của Antonnius và Cleopatre gặp nhau ở Actium ngoài bờ biển phía Tây bán đảo Hy Lạp. Chiến thuật của trận đánh hải quân này là sử dụng các thuyền có mái chèo xếp thành hàng, đâm thẳng vào đội hình đối phương. Thủ đoạn cơ bản của chiến đấu là dùng các mũi nhọn taran và các đòn varôn đánh vào thuyền đối phương. Hoặc áp sát mạn thuyền rồi nhảy sang thuyền đối phương đâm chém. Cuối cùng, Octavius thắng lợi to liền đem quân đổ bộ lên Ai Cập. Antonnius và Cleopatre bị bao vây thất trận và cuối cùng tuyệt vọng lần lượt tự sát. Từ đấy, Ai Cập biến thành một tỉnh của đế quốc La Mã.

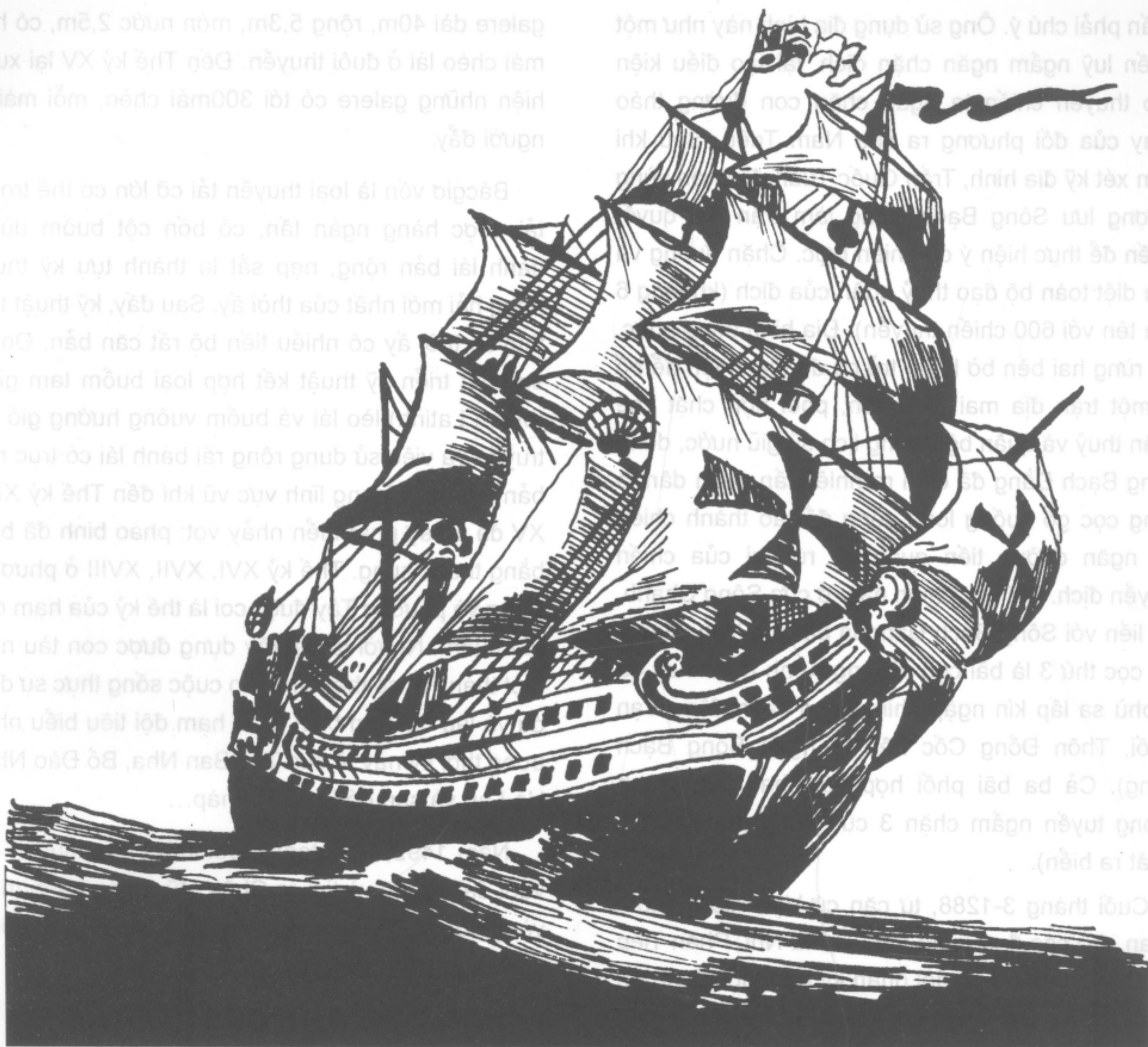
Thuyền chài so với các loại thuyền là loại rất nhỏ, ván thuyền mỏng và nhẹ. Mỗi cái chở ít nhất được ba người, một người cầm buồm vải, một người cầm chèo, một người cầm súng. Hình như con thoi cột buồm bằng tre. Rất cơ động. Thời các quốc gia



Loại tàu Bồ Đào Nha ở Thế kỷ XVII, ra đời sau kiểu tàu Caraven, kiểu tàu được sử dụng rộng rãi trong các cuộc hành trình, khám phá lớn và là sáng kiến lớn của Bồ Đào Nha trong kỹ thuật đóng tàu.

Cổ đại ở bờ Tây Thái Bình Dương thuộc khu vực Đông Nam Á (bao gồm từ phía Nam Sông Dương Tử) đặc biệt lực lượng thuỷ quân rất phát triển. Sử sách thường nhắc đến trận thuỷ chiến Xích Bích nổi tiếng của Chu Du đại thắng Tào Tháo. Tướng Chu Du cho Hoàng Cái thực hiện kế khổ nhục để trá hàng, sau đó chỉ huy đội thuyền mông xung (loại thuyền chiến cỡ nhỏ, bên phải và bên trái mở lỗ để luồn mái chèo; phía trước phía sau đều mở lỗ để bắn nỏ và lỗ đâm giáo) chở cỏ lau, củi kho tưới dầu, che bằng màn trướng cờ xí, lại dự bị đầy đủ thuyền nhỏ ở phía sau. Lợi dụng chiều gió, Hoàng Cái cho giương buồm chạy thẳng đến thuỷ trại quân Tào (lúc này các thuyền chiến quân Tào đã được buộc chặt vào nhau bằng xích) nhất loạt bị lửa cháy thiêu trụi toàn bộ các chiến thuyền. Từ chỗ ngồi trên lâu thuyền để chỉ huy, Tháo phải lên bờ chạy trốn. Cũng trong thời kỳ này, về thuyền chiến chúng ta còn được nhắc đến những *Đấu hạm (đấu thuyền), Hải cốt, Tẩu kha.* (đều là những thuyền chiến đấu có sức động cơ nhanh, hải cốt dùng nhiều mái chèo; tẩu kha trên sạp có làm nữ tướng có nhiều phu chèo thuyền; đấu thuyền thì hai mạn được chạm khắc hình thù kỳ vĩ- mặt người, thân và đầu rồng- có thể dùng làm tướng phủ cỡ nhỏ). Trang bị trên thuyền đơn giản, quân lính có giáo, lao, rìu, cung nỏ và mộc.

Ở nước ta, hình thuyền và người lính cầm giáo, bắn cung được chạm khắc tỷ mỷ trên mặt trống đồng Đông Sơn. Điều ấy phản ánh lịch sử dùng thuyền của tổ tiên ta trong quá trình dựng nước và giữ nước đã có từ xa xưa. Cùng với sự hình thành của Nhà nước Văn Lang - Âu Lạc, Thành Cổ Loa thuở ấy, ngoài chức năng là Thủ đô, thực chất cũng là một căn cứ thuỷ quân. Rất tiếc cho đến nay, những ghi chép về nguồn tài liệu này có rất ít hoặc gần như không có. Thời Đinh, Lê, Lý, Trần dựng nước cho thấy quân dân Đại Việt đã có truyền thống thạo thuỷ chiến giỏi về sông nước. Dòng Sông Bạch Đằng đã nhiều lần chứng kiến những trận thuỷ chiến lẫy lừng của tổ tiên ta đánh giặc. Năm 938, Ngô Quyền đã đóng cọc xuống lòng sông tiêu diệt hầu hết quân xâm lược Nam Hán. Năm 981, Lê Hoàn đại phá quân Tống cũng trên dòng sông này. Sang thời Lý, lịch sử lại ghi nhận nhiều chiến thuyền Đại Việt chở 5 vạn quân xuất phát từ châu Vĩnh – An



Từ sau Thế kỷ XV, thương nhân và chủ phong kiến Tây Âu đã đổ xô đi tìm vàng, một thứ kim loại quý. Trong phong trào đi tìm vàng của các nước Tây Âu, nhiều con đường hàng hải mới đã ra đời.

(Trà Cổ ngày nay) sang tập kích vào Châu Khâm - Châu Liêm (nhà Tống) năm 1075. Thuyền chiến thời nhà Trần thường được nhắc đến trong ba loại lớn, cũng là ba cỡ lớn nhỏ khác nhau. Thuyền lớn (đại chiến thuyền, đôi chỗ gọi là chiến hạm) thường là thuyền của tướng chỉ huy. Thuyền cỡ trung bình là loại phổ biến nhất với khoảng 30 tay chèo và có từ 20 đến 30 lính chiến đấu. Thuyền nhỏ (tiểu thuyền) đây là loại thuyền cơ động nhanh. Một sứ giả nhà Nguyễn đã mô tả : "*Thuyền nhẹ và dài, ván thuyền rất mỏng, đuôi giống như cánh uyên ương, hai bên mạn cao hẳn lên. Mỗi chiếc có đến 30 người chèo thuyền, nhiều thì đến hàng trăm. Thuyền đi nhanh như bay*".(1)

Điểm khác với quân bộ là hầu hết quân lính trên thuyền có sào dài (can, phách) và câu liêm. chính nhờ những chiến thuyền và trang bị này mà quân và dân nhà Trần dưới sự chỉ huy tài trí và đầy mưu lược của Trần Quốc Tuấn đã làm nên chiến thắng Bạch Đằng vào năm 1288. Nơi đây chôn vùi đạo quân cuối cùng và đập tan mưu đồ xâm lược của đế quốc Nguyên Mông hùng mạnh vào bậc nhất thời bấy giờ. Đây là lần thứ 3(2) trong quá trình giữ nước, tổ tiên ta chọn Sông Bạch Đằng làm chiến địa.

Sông Bạch Đằng hiểm yếu mà hùng vĩ chảy giữa hai huyện Yên Hưng (Quảng Ninh) và Thuỷ Nguyên (Hải Phòng) cách Vịnh Hạ Long, cửa Lục Đầu Giang khoảng 40km, cách Vạn Kiếp nơi đóng quân chính của Thoát Hoan hơn 30 km về phía ngược dòng Sông Kinh Thầy. Đặc điểm địa hình nổi bật của vùng thượng lưu Bạch Đằng là sông, núi rừng liền tiếp nhau. Ghềnh Cốc án ngữ qua sông là một chướng ngại thiên nhiên của Bạch Đằng. Khi chuẩn bị chiến trường, Ghềnh Cốc đã khiến Trần Quốc

---

*(1) Trần Phu, **An Nam tức sự**, bản chép tay.*

(2) Lần 1: năm 938; lần 2: năm 981

Tuấn phải chú ý. Ông sử dụng địa hình này như một chiến luỹ ngầm ngăn chặn địch, lại tạo điều kiện cho thuyền chiến ta ngăn chặn con đường tháo chạy của đối phương ra cửa Nam Triệu. Sau khi xem xét kỹ địa hình, Trần Quốc Tuấn đã chọn vùng thượng lưu Sông Bạch Đằng làm trận địa quyết chiến để thực hiện ý đồ chiến lược. Chặn đường và tiêu diệt toàn bộ đạo thuỷ quân của địch (khoảng 6 vạn tên với 600 chiến thuyền). Địa hình sông nước, núi rừng hai bên bờ hiểm trở có đủ điều kiện để bố trí một trận địa mai phục lớn, phối hợp chặt chẽ quân thuỷ và quân bộ. Trong lịch sử giữ nước, dòng Sông Bạch Đằng đã diễn ra nhiều lần quân dân ta đóng cọc gỗ xuống lòng sông để tạo thành chiến luỹ ngăn đường tiến quân và rút lui của chiến thuyền địch. Bãi cọc chính nằm ở cửa Sông Chanh, sát liền với Sông Bach Đằng là bãi cọc Yên Giang, bãi cọc thứ 3 là bãi cọc ở Sông Kênh (hiện nay đã bị phù sa lấp kín ngập chìm trong cánh đồng Vạn Muối, Thôn Đồng Cốc bên tả ngạn Sông Bạch Đằng). Cả ba bãi phối hợp với nhau làm thành phòng tuyến ngầm chặn 3 cửa sông (tức là 3 lối thoát ra biển).

Cuối tháng 3-1288, từ căn cứ Vạn Kiếp, Thoát Hoan cho các đạo quan thuỷ Ô Mã Nhi, Phàn Tiếp khởi hành trên bờ có đội quân kỵ hộ tống của Trịnh Bằng Phi và Đạt Truật chỉ huy. Cầu bị phá, đường bị đào đứt từng đoạn, sang đầu tháng 4, sợ quân ta tập kích lại không qua sông được, cánh quân kỵ phải quay trở về, bỏ mặc đạo binh thuyền của Ô Mã Nhi. Dọc đường từ Vạn Kiếp qua Sông Kinh Thầy, quân dân nhà Trần đã tổ chức đánh tiêu hao địch. Mờ sáng ngày 9-4-1288, đoàn thuyền Ô Mã Nhi có tướng tiên phong là Phàn Tiếp, Đá Bạc đã kéo xuống tới Sông Bạch Đằng. Lúc này trên các mỏm núi, nhánh sông và bãi sình lầy, quân binh nhà Trần đã chỉnh tề đội ngũ, mai phục chờ nước thuỷ triều xuống mạnh là tấn công.

(Theo nhiều nguồn sử liệu cho rằng chiến thuyền Trần Quốc Tuấn dùng hồi đó hầu hết là thuyền Mông đồng và thuyền chài; ngoài ra còn một số thuyền Khai lãng), (thuyền Khai lãng của Thích Kế Quang chế tạo vì đầu nhọn mà đặt tên, thuyền này ăn nước từ 3 đến 4 thước, có 4 mái chèo, 1 cái chèo lái có thể chở được 30 đến 50 người).

Sau thời kỳ các Terio Hy Lạp – La Mã đã nhường chỗ cho sự phát triển của những Galere có nhiều mái chèo rất cơ động ra đời. Nhanh nhất đó là các galere dài 40m, rộng 5,3m, mớn nước 2,5m, có hai mái chèo lái ở đuôi thuyền. Đến Thế kỷ XV lại xuất hiện những galere có tới 300mái chèo, mỗi mái 2 người đẩy.

Bácgiơ vốn là loại thuyền tải cỡ lớn có thể trọng tải được hàng ngàn tấn, có bốn cột buồm dùng bánh lái bản rộng, nẹp sắt là thành tựu kỹ thuật hàng hải mới nhất của thời ấy. Sau đấy, kỹ thuật tàu thuyền thời ấy có nhiều tiến bộ rất căn bản. Đó là sự phát triển kỹ thuật kết hợp loại buồm tam giác (buồm Latinh) lèo lái và buồm vuông hướng gió cổ truyền và việc sử dụng rộng rãi bánh lái có trục rời, bản nẹp sắt. Trong lĩnh vực vũ khí đến Thế kỷ XIV-XV đã có sự phát triển nhảy vọt: pháo binh đã bắn bằng thuốc súng. Thế kỷ XVI, XVII, XVIII ở phương Đông và phương Tây được coi là thế kỷ của hạm đội tàu buồm. Người ta đã xây dựng được con tàu như một thành trì có thể đảm bảo cuộc sống thực sự đầy đủ và lâu dài trên biển. Các hạm đội tiêu biểu nhất trong thời kỳ này là của Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha, Hà Lan và sau đó là Anh, Pháp...

Năm 1492, Christophe Colomb bằng thuyền đã vượt đại dương và tìm ra Châu Mỹ. Cuộc hành trình vòng quanh Thế giới của Magellan năm 1519 cũng được tiến hành bằng thuyền.

Những chiếc Caravelle nổi tiếng Châu Âu Thế kỷ thứ XV là đỉnh cao của kỹ nghệ đóng tàu, thuyền thời Trung cổ. Đó là những chiếc tàu chiến thân dài, thành tàu cao đều chia làm nhiều tầng boong để đặt pháo. Sức cơ động của tàu đặc biệt tăng lên nhờ sự phát triển của kỹ thuật dùng buồm. (Tàu thường có 4 cột buồm, chiếc nhiều nhất có tới 7 cột, cột cao nhất tới 70m, những cột chính gồm nhiều tầng với vô số những lá buồm lớn nhỏ dùng cho việc điều khiển tốc độ và hướng đi khác nhau). Đối với tàu chiến hạng nặng trang bị tới 120 đại bác cứ mỗi tấn trọng tải dẫn nước cần phải có từ 0,65 m^2 tới 3.140m^2 buồm tương đương 4000kg buồm cho một chiếc tàu như vậy. Kỹ thuật dùng buồm thời kỳ này đạt đến tột đỉnh. Từ đây, vắng bóng dần những thuyền chiến dùng chèo. Tuy vậy, một số thuyền chiến hoạt động trên sông và hầu hết ở các nước phương Đông (trong đó có Việt Nam) vẫn duy trì sức cơ động chính của thuyền bằng các mái chèo. Đó là những chiến *trung tàu* tải lương[1] của nhà Hồ và các loại thuyền chiến khác.

Thế kỷ XVI, đạn kép (gồm 2 nửa quả đạn rời, nối

với nhau bằng một dây xích) đã được dùng phổ biến. Khi bắn loại đạn này có tác dụng như hai quả đạn bắn một lúc vào mục tiêu. Tầm bắn tối đa của pháo thuyền chỉ đạt 150m. Đến Thế kỷ XVII đạt 300m, đến cuối Thế kỷ XVIII đạt gần 3000m. Về tốc độ bắn, từ 30 phút cho một phát ở Thế kỷ XVI giảm xuống còn 5-10 phút ở Thế kỷ XVII, XVIII. Đến Thế kỷ XVIII thuốc đạn không phải nhồi bằng xẻng nữa mà phổ biến dùng liều chứa sẵn trong các túi vải, đó cũng là tiền thân của cái vỏ đạn (cartouche) sau này. Thời kỳ này ở Anh, các hạm đội dùng loại cối caronade nòng ngắn, cỡ nòng lớn có thể thay đổi liều thuốc phóng để điều chỉnh cự ly, tầm bắn.

Kỹ thuật hàng hải và sự hoàn thiện của vỏ tàu cùng với những phương tiện, dụng cụ hàng hải khá tiến bộ như la bàn, kính thiên văn, các thước đo, bản đồ hàng hải... cho phép mở rộng phạm vi hoạt động của các hạm đội vượt hàng ngàn hải lý, kéo dài hàng tháng trên biển. Ở Việt Nam, Thế kỷ XVIII, Nguyễn Huệ đã mạnh dạn trong việc xây dựng một đội phao thuyền mạnh. Đó là những thuyền chiến trang bị 60 pháo lớn và biên chế tới 700 người. Và với loại thuyền chiến này, thuỷ quân Tây Sơn đã đánh trận Rạch Gầm Xoài Mút năm 1785 lừng lẫy trong lịch sử chống ngoại xâm của dân tộc. Chỉ trong khoảng một ngày, hai vạn quân Tây Sơn đã giao chiến và đánh tan hơn 5 vạn quân Xiêm – Nguyễn, tiêu diệt gần 4 vạn quân Xiêm và hàng nghìn quân Nguyễn. Toàn bộ thuyền chiến địch trên 300 chiếc đều bị đánh đắm và phá huỷ. Ta hãy xem qua vài nét diễn biến của trận thuỷ chiến nổi tiếng này. Sau khi nhận lời cầu viện của Nguyễn ánh, tháng 4 – 1784 vua Xiêm phái hai tướng lục côn, Sa Uyển cùng Chiêu Thuỳ Biện đem 3 vạn bộ binh từ Chân Lạp tiến vào Gia Định. Tháng 7 năm đó Vua Xiêm sai cháu là Chiêu Tăng làm chủ tướng và Chiêu Sương làm tướng tiên phong thống lĩnh hai vạn quân thuỷ và ba trăm chiến thuyền từ Bangkok (Vọng Các) vượt biển đánh vào Gia Định. Cả hai đạo thuỷ, bộ hội quân đánh chiếm Trấn Giang (Cần Thơ) một vị trí chiến lược quan trọng của miền Tây Gia Định. Tổng số hai đạo quân thuỷ bộ lên tới 5 vạn người. Cuối năm 1784, chúng chiếm được Trà Tân(2) ở phía Bắc Sông Tiền Giang và Sông Mỹ Tho. Tại đây, chúng đã xây dựng một căn cứ quân sự thuỷ, bộ vững mạnh. Sử cũ đã chép: "*Nguyễn ánh đóng đồn trên bờ sông*" và quân Xiêm "*lên cả trên bờ cố thủ, chiến thuyền đỗ dọc theo bờ sông làm thế ỷ dốc*".(3)

Tại căn cứ Quy Nhơn, Nguyễn Huệ được phong làm Long Khương tướng quân đem thuỷ quân vào Nam tổ chức phản công. Khi bước vào cuộc kháng chiến chống Xiêm, quân đội Tây Sơn ngoài bộ binh còn tượng binh, kỵ binh và một đội quân thuỷ mạnh với nhiều loại thuyền chiến lớn nhỏ khác nhau. Trang bị của Tây Sơn có nhiều đại bác các cỡ. Đó là những đại bác của quân Nguyễn bị quân Tây Sơn chiếm được trong các trận đánh. (Bao gồm đại bác do Nguyễn tự chế tạo ra và những đại bác do chính quyền họ Nguyễn mua của các công ty tư bản phương Tây). Giữa lúc quân địch đang chuẩn bị cho cuộc tiến công đánh chiếm Mỹ Tho – Gia Định thì thuỷ quân Nguyễn Huệ vào tháng 1 – 1785 đã vào đến nơi đồn trú tại Mỹ Tho. Quân địch tạm hoãn cuộc tiến công này để lo đối phó đề phòng Nguyễn Huệ từ Mỹ Tho đánh lên. Nguyễn Huệ đã không đánh vào căn cứ Trà Tân mà chủ trương nhử chúng ra khỏi căn cứ, kéo chúng đến một địa hình có lợi cho ta và tiêu diệt gọn bằng một trận, theo lối đánh vận động trên sông. Đoạn Sông Mỹ Tho được chọn làm nơi quyết chiến là bãi đất bồi chu vi khoảng 6km. Tiếp theo cù lao Thới Sơn về phía Nam là cù lao Hộ. Bộ binh Tây Sơn bố trí trên những cù lao đó có thể dùng đại bác bắn vào sườn quân địch. Hai đội thuỷ binh tinh nhuệ được giấu trong Rạch Gầm - Xoài Mút hình thành hai mũi tiến công chặn đầu, khoá đuôi vây chặt quân địch trong trận địa quyết chiến. Một bộ phận thuỷ binh mai phục trong các nhánh sông, lạch sông, ẩn nấp sau các cù lao sẽ bất ngờ đánh tạt ngang vào đoàn thuyền địch như những lưỡi dao bằm nát đội hình của chúng. Bằng thư cầu hoà gửi cho Chiêu Tăng để làm cho quân địch chủ quan, bằng vàng lụa làm quân địch gian tham không thiết đến chiến trận. Và bằng những trận khiêu chiến nhỏ giả thua cho kẻ địch kiêu căng,

---

(1)Trung tàu tải lương là loại thuyền chiến cỡ lớn, có sách gọi là Lưỡng phúc thuyền hay là thuyền hai đáy. Theo mô tả, thuyền này có hai sàn, sàn tầng trên chở lính chiến đấu, sàn dưới cất giữ lương và chở lính chèo thuyền. Loại thuyền này có mái chèo khá lớn phải hai người đẩy một mái chèo. Số lượng mái chèo từ 20 đến 32 hoặc nhiều hơn nữa.

(2, 3) ***Mạc thị gia phả*** *cho biết rõ: Chiêu Tăng, Chiêu Sương và Nguyễn ánh đóng đại quân ở Tả Luật (tức Trà Luật trong* ***Gia Định Thành Tống chí*** *hay Trà Tân trong* ***Đại Nam thực lục chính biên****).*

Nguyễn Huệ đã chủ động xác định không gian và thời gian bày sẵn thế trận chờ giặc. Tối ngày 18-1-1785, quân Xiêm – Nguyễn rời khỏi Trà Tân, hành quân tiến đánh Mỹ Tho. Khoảng mờ sáng 19 – 1, đoàn thuyền chiến địch lọt vào trận địa mai phục của quân Tây Sơn. Nghĩa là tiền quân đã đến cửa Sông Xoài Mút và hậu quân đã ra cửa Rạch Gầm. Nguyễn Huệ ra lệnh công kích. Mở đầu trận đánh, hai đội thuỷ binh Tây Sơn từ Rạch Gầm – Xoài Mút bất ngờ lao ra chặn đánh hai đầu dồn địch vào giữa. Đại bác từ hai bên bờ và hai cù lao xối xả bắn vào đội chiến thuyền địch đang bị ùn lại. Bị chặn đầu, khóa đuôi lại bị hoả lực Tây Sơn áp đảo từ đầu, liền đó lại bị các đội thuỷ binh Tây Sơn mai phục sẵn xông thẳng vào đội hình rối loạn của địch, chia nhỏ chúng ra từng mảng mà tiêu diệt. Chiến thuyền Tây Sơn từ Mỹ Tho kịp thời lên tiếp ứng, thuỷ bộ phối hợp với nhau khép chặt vòng vây tiêu diệt hết mảng này đến mảng khác. Hàng loạt thuyền chiến của địch lần lượt bị đánh đắm vì trúng đạn hoặc bị quân Tây Sơn xông lên giết chết. Một số sống sót cố bơi vào bờ lại bị bộ binh Tây Sơn đã chờ săn tiêu diệt.

Trận đánh kết thúc nhanh, gọn và đạt kết quả hết sức to lớn, đánh dấu bước phát triển của thuỷ quân Việt Nam.

Trên thế giới, chiếc tàu ngầm đầu tiên xuất hiện ở London vào năm 1620 do VanĐrépben người Hà Lan thiết kế và chế tạo. Tàu ngầm này hoàn toàn được đóng bằng gỗ, ngoài bọc da tẩm dầu để ngăn nước. Trong tàu có chứa các túi lớn bằng da để đựng nước, khi muốn lặn thì chứa nước vào trong túi, lúc muốn nổi lên thì bơm nước ra ngoài. Tàu bơi ngầm hay bơi nổi đều bằng mái chèo.

Dần dần tàu ngầm được cải tiến và hoàn thiện cho đến cuộc chiến tranh 1775 – 1783, Mỹ đã có loại tàu ngầm "con Rùa" vỏ bọc đồng mang được một quả thuỷ lôi hẹn giờ, nặng 70 kg để đánh tàu chiến Anh phong toả bờ biển Mỹ.

Trong hai thế kỷ qua, lịch sử tàu thuyền Thế giới đã có sự phát triển nhảy vọt thể hiện trên mấy hướng chính. Một là biến đổi trong nguyên liệu và kỹ thuật đóng tàu, từ khung tàu vỏ gỗ đến vỏ gỗ bọc thép rồi đến vỏ thép hoàn toàn. Hai là, tiến bộ trong việc tạo nguồn sức đẩy từ cơ bắp (mái chèo), tới sức gió (dùng buồm) đến động lực (máy hơi nước động cơ Diesel) cho đến dùng năng lượng nguyên tử. ở Việt Nam, chiếc tàu chiến chạy bằng máy hơi nước đầu tiên mang tên "*Mẫn thoả khí cơ đại đồng thuyền*". Dài : 11 trượng 2 thước, 3 tấc. Rộng : 1 trượng 6 thước, 9 tấc. Được trang bị cho thuỷ quân thời Tự Đức. Do Hoàng Văn Sưởng dẫn đầu sang Hương Cảng (Trung Quốc) học đóng, ngày 13-9-1865 về đến cửa Thuận An.

Lần đầu tiên 1891, tàu cánh ngầm (là loại tàu mặt nước) được sản xuất và thử nghiệm thành công ở Pháp. Đến nay, Thế giới có hàng ngàn chiếc hoạt động trên khắp các sông, hồ trên các vùng biển gần, ở Nhật Bản, Thuỵ Điển và nhiều nước khác phục vụ cho giao thông, một số đã được dùng trong quân sự. Tàu cánh ngầm có những cánh được đặt ở phía dưới thân tàu, khi chuyển động dòng nước chảy tác động vào mặt cánh sinh ra sự chênh lệch về áp suất giữa mặt trên và mặt dưới cánh, tạo ra sức nâng. Nhờ sức nâng này thân tàu lướt khỏi mặt nước ở một độ cao nhỏ (1cm).

(1 trượng = 276,5 cm; 1 thước = 40 cm; 1 tấc = 4 cm)

Năm 1956, chiếc tàu gối đệm không khí đầu tiên trên Thế giới xuất hiện. Ba năm sau, chiếc SR- N1 của Anh đã vượt qua biển Manche sang đất Pháp. Loại tàu này dùng cánh quạt tạo ra một lớp không khí ở dưới đáy tàu có áp xuất cao hơn áp xuất của không khí xung quanh tàu. Sự chênh lệch áp suất đó tạo ra lực nâng thân tàu lên khỏi mặt nước (khoảng 15cm). Người ta đã sử dụng loại tàu này làm nhiệm vụ tuần tiễu trên biển (SR-N5 của Anh, dài 11,8m; rộng 7m; cao 3,5m lắp động cơ 1050 sức ngựa; tốc độ 66 hải lý/giờ). Năm 1962, Mỹ đã chế tạo thàu thuỷ bay với tốc độ 77 hải lý một giờ, cách mặt nước 25cm. Loại tàu này chuyển động tựa máy bay nhưng do chuyển động gần sát mặt nước nên công suất tạo ra sức nâng không cần lớn như máy bay. Giữa thân tàu và mặt nước cũng vẫn là lớp đệm không khí do cánh quạt tạo ra. Chỉ khác tàu đệm không khí ở chỗ là tàu thuỷ bay phải chuyển động mới tạo được sức nặng.

Trong lịch sử chiến tranh nhân loại, tàu thuyền là loại phương tiện chiến đấu cơ động được phát minh và sử dụng sớm nhất. Qua hiểu biết ngày càng sâu sắc của con người về đại dương và quy mô khai thác sử dụng nó, thì tàu thuyền chắc chắn còn nhiều cải tiến và phát triển. Chẳng thế mà đã từ lâu giai cấp thống trị tư sản Anh đã nói: "*Chúa và Hải quân là hai nguyên tắc của sự giàu có, nền an ninh và sự cao cả của nước Anh*".

TRUNG TÁ - KỸ SƯ **TRỊNH XUÂN TỐN**

III. PHƯƠNG TIỆN CHIẾN TRANH VÀ CÁC LOẠI VŨ KHÍ - KHÍ TÀI HIỆN ĐẠI

MỞ ĐẦU

Có thể nói Thế kỷ XX được đặc trưng bằng hai từ - Chiến tranh và Cách mạng. Trong Thế kỷ này, nhân loại đã qua hai cuộc Chiến tranh Thế giới, một cuộc Chiến tranh lạnh dai dẳng, mà hệ lụy của nó không dễ qua đi một sớm một chiều. Nhân loại đã chứng kiến những Cuộc cách mạng xã hội long trời lở đất, mà mở đầu là cuộc Cách mạng Tháng Mười; hàng loạt cuộc cách mạng gắn chặt với chiến tranh giải phóng dân tộc, và cũng nhiều không kém là những cuộc chiến tranh và xung đột vũ trang cục bộ, bùng nổ mọi lúc mọi nơi, dưới mọi lý do chiêu bài, trong đó nổi lên cái gọi là những cuộc "chiến tranh công nghệ cao" do Mỹ và các đồng minh thân cận tiến hành cũng như những cuộc "chiến tranh thông tin" mà nhiều khi không ai biết nổi vì đâu và diễn ra từ lúc nào, song gây những hậu quả không kém những cuộc giao tranh nóng.

Thế kỷ XX cũng chứng kiến những bước nhảy vượt bực về lực lượng sản xuất, sản phẩm của cái mà đến cuối những năm 70 Thế kỷ XX được định danh là cuộc cách mạng công nghệ. Đến lượt nó, cuộc cách mạng công nghệ đang tạo tiền đề cho một hình thái kinh tế xã hội mới, mà nền móng là nền kinh tế tri thức. Chính là trong bối cảnh đó người ta chứng kiến những biến đổi mạnh mẽ của vũ khí trang bị - cơ sở vật chất cho mọi tổ chức và hoạt động quân sự, cụ thể hơn cho kỹ chiến thuật, cách đánh (tác chiến), cách sử dụng không gian, thời gian cũng như nguồn lực và cách huy động nguồn lực trong xung đột vũ trang, và nói cho cùng, là cơ sở cho mọi học thuyết quân sự cũng như học thuyết quốc phòng.

Trong Thế kỷ XX, sự phát triển của vũ khí cũng như vũ khí trang bị nói chung đã khiến môi trường tác chiến được mở rộng về chất. Ngay từ đầu Thế kỷ, sự xuất hiện của máy bay đã mở ra một chiến trường mới - chiến trường trên không, với vô số những đặc tính riêng, và đồng thời kéo theo sự ra đời của vô số vũ khí và cách đánh mới cho không chiến và phòng không. Đặc biệt, nó khiến cho vấn đề làm chủ bầu trời trở nên có vai trò quyết định tới toàn cục, như vai trò làm chủ vùng biển trong những Thế kỷ trước. Cũng từ đầu Thế kỷ này, sự xuất hiện và được sử dụng ngày càng phổ biến của các phương tiện điện tử, mà hai đại diện khá nổi bật lúc đầu là máy vô tuyến và radar, đã hình thành một môi trường tác chiến mới, khác về chất so với những môi trường chiến đấu trước đó - môi trường điện từ, đồng thời cũng tạo ra những phương tiện đấu tranh mới, từ băng nhiễu, hốc cộng hưởng, tới máy thu chặn và máy thu định vị nguồn phát - những thứ khó có thể hình dung là vũ khí theo cách hiểu thông thường. Và từ đầu những năm 80 Thế kỷ XX, khi máy tính điện tử - với tư cách một công cụ nhân bội sức mạnh trí tuệ con người - đã len lỏi vào mọi lĩnh vực dân sinh cũng như quân sự, khi mà kết nối mạng trên quy mô toàn cầu đã trở thành một nhu cầu tất yếu để kiểm soát một nguồn lực hoàn toàn mới - nguồn lực thông tin, đã xuất hiện một môi trường tác chiến khác về chất so với các môi trường vật chất theo cách hiểu truyền thống - môi trường thông tin, trong đó không có cả chất lẫn trường.

Trong phạm vi rộng hơn, sự phát triển vũ khí trang bị kéo theo những thay đổi đáng kể trong lĩnh vực phương thức tác chiến, theo hướng ngày càng mở rộng về không gian, dồn nén về thời gian, đa dạng về phương thức tác động. Sự thịnh hành của của súng pháo tự động (liên thanh) đầu Thế kỷ XX có lẽ đã lên đến đỉnh điểm với sự xuất hiện của súng tiểu liên - loại vũ khí liên thanh nhỏ nhất - biến từng người lính thành một đơn vị hỏa lực. Phát triển ấy đã triệt tiêu sức cơ động của các đạo kỵ mã, tạo ra dạng thức tác chiến hầm hào, tĩnh tại. Dạng thức này, đến lượt nó, lại bị thay thế bởi dạng thức vận động chiến, với sự xuất hiện của xe tăng, xe bọc

thép và pháo tự hành.

Cũng phải thấy mối quan hệ biện chứng giữa những biến đổi mang tính cách mạng trong dạng thức sản xuất xã hội với những biến đổi về vũ khí trang bị. Cuộc cách mạng công nghệ, mở đầu từ những năm 50 Thế kỷ XX với sự ra đời của máy tính điện tử, đã tạo ra công nghiệp công nghệ thông tin - một ngành nòng cốt trong sản xuất xã hội. Chính máy tính là cơ sở vật chất của cái gọi là vũ khí trang bị công nghệ cao, nói đúng hơn, vũ khí trang bị thông thường trên cơ sở thông tin. Đến lượt nó, vũ khí trang bị công nghệ cao là cơ sở vật chất của cái gọi là chiến tranh công nghệ cao - hình thái chiến tranh lấy dạng thức tác chiến trên cơ sở thông tin làm nòng cốt. Và bản thân máy tính điện tử, phương tiện cho phép sử dụng thông tin làm vũ khí - một vũ khí phi vật chất - đã làm nảy sinh một dạng thức tác chiến mới, chưa từng có - tác chiến thông tin, với những "chiến binh cổ cồn" ngồi bên bàn phím.

Để có một cách nhìn tổng thể, tương đối toàn diện về những biến động mà sự phát triển của vũ khí trang bị đem lại, chúng tôi xin giới thiệu một số chủng loại vũ khí có thể được coi là tiêu biểu của Thế kỷ XX, trong một tập hợp mang tính chuyên đề, bắt đầu bằng những vũ khí, phương tiện mang phóng và bảo đảm chiến đấu, và kết thúc với một vài khảo luận về vũ khí và dạng thức chiến tranh gắn với nó đã và đang xuất hiện.

Để tiện xem xét, các vũ khí trang bị được giới thiệu theo một khung tương đối nhất quán. Chẳng hạn, mỗi chủng loại vũ khí được trình bày trong một mục riêng, trong đó nêu đôi nét về định nghĩa, phân loại, lịch sử phát triển và sử dụng, một số mẫu đáng chú ý, những phát triển kéo theo, những phát triển đối phó và những biến đổi về dạng thức tác chiến mà nó đem lại. Ngoài các mục chính, còn có những mục nhỏ được giới thiệu, nhằm đáp ứng một số nhu cầu tìm hiểu chuyên biệt hơn chẳng hạn, trình bày thêm mục ***Pháo Vũ trụ*** *bên ngoài mục* ***Pháo****.*

Chúng tôi mong rằng chuyên đề này sẽ hữu ích cho các độc giả có nhu cầu tìm hiểu và nghiên cứu quân sự nói chung, cũng như tìm hiểu vũ khí trang bị quân sự nói riêng.

Do những hạn chế khó tránh về thời gian, nguồn tư liệu, cũng như về năng lực xử lý, chuyên đề này không tránh khỏi còn nhiều sai sót. Mặt khác, chúng tôi cũng không có ý định giới thiệu toàn bộ các vũ khí trang bị. Bạn đọc có thể tìm hiểu những nội dung này trong các Bách khoa thư và những sách Tra cứu khác. Chúng tôi xin chân thành mong độc giả góp ý kiến.

Đại tá KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN** và
Tập thể biên soạn

1 - SÚNG

Súng là thuật ngữ chỉ các loại hỏa khí cỡ nòng nhỏ, được quy ước là dưới 20mm, do cá nhân hoặc nhóm nhỏ sử dụng. Súng là hỏa khí được sử dụng rộng rãi nhất trong cũng như ngoài lực lượng vũ trang. Mặc dù, không phải là hỏa khí đầu tiên, sự xuất hiện của súng và súng pháo nói chung, đã đánh dấu bước nhảy vọt trong lịch sử phát triển của nhân loại - lần đầu tiên con người kiểm soát được năng lượng nổ - nguồn năng lượng do mình tạo ra. Hiện tại, do những phát triển tự thân, thuật ngữ súng theo cách hiểu trên được mở rộng với hàng loạt thuật ngữ: vũ khí nhẹ, súng bộ binh và vũ khí mang vác *(trình bày ở sau).*

Do tính phổ biến, súng thường được phân loại theo khá nhiều tiêu chí hoặc tập hợp tiêu chí khác nhau. Theo cỡ nòng, súng được chia thành các loại súng cỡ nòng nhỏ (dưới 7,62mm), trung bình (7,62-12mm) và cỡ nòng lớn (trên 12mm). Theo chiều dài nòng, có súng nòng ngắn (hay súng ngắn, dưới 200mm); trung bình (khoảng 300mm, ứng với súng tiểu liên); súng nòng tương đối dài (hay súng các bin, khoảng 400mm) và súng nòng dài (súng trường, khoảng 500mm). Cách phân loại này không áp dụng cho súng bắn tỉa, với cỡ nòng hiện tại đã lên tới 20mm và chiều dài nòng tới trên 1.000mm. Theo cấu tạo nòng có súng nòng nhẵn và súng nòng rãnh. Theo phạm vi sử dụng, có súng phổ dụng hay súng thường và súng chuyên dụng. Theo mức độ tự động hoá, chia thành súng tự động, bán tự động (hay tự lên đạn) và tự động (liên thanh). Theo nguồn động lực phóng đạn, chia thành súng động lực, súng phản lực, súng động phản lực (đối trọng/SKZ và luồng phụt/ĐKZ). Theo động năng phóng đạn, ngoài dạng phổ biến là súng dùng năng lượng nổ hay súng hỏa khí (thuốc phóng rắn, lỏng), còn có súng hơi (nén), điện, điện từ, hóa nhiệt điện, lade.

Ngoài những cách trên, còn có nhiều cách phân loại và đặt tên cho súng theo tính năng, tác dụng, nguyên lý phóng đạn và môi trường sử dụng đặc thù. Chẳng hạn, ngoài cách phân chia súng máy theo khối lượng thành trung liên, thượng liên, đại liên và trọng liên; còn có cách phân chia súng máy theo nguyên lý vận hành lấy tên tác giả chế tạo, như các súng Maxim, Colt, Browning và Gatling. Trong súng trường cũng xuất hiện các tên gọi theo tính năng đặc dụng, như súng bắn tỉa, súng bắn dưới nước, súng chống tăng,...

Ta sẽ lạc trong mê cung phân loại này, nếu không lưu ý rằng phổ biến nhất vẫn là cách phân định vũ khí theo tính năng và nhu cầu trang bị. Với súng cũng vậy. Sắp xếp theo kích thước và khối lượng từ nhỏ đến lớn, súng được phân loại thành: súng ngắn, súng tiểu liên, súng các bin (hay súng trường kỵ binh), súng trường và súng máy. Những vũ khí này tạo thành bộ vũ khí cơ bản của bộ binh nói riêng, của quân đội nói chung.

Tiền thân của súng, với tư cách một trang bị cho cá nhân người lính, là hỏa trúc - loại ống hở một đầu (nòng) nạp thuốc súng đen lẫn với các vật sát thương và điểm hỏa từ đầu nòng - xuất hiện tại Trung Quốc ít nhất từ Thế kỷ XII. Tới đầu Thế kỷ XIV, xuất hiện súng hỏa mai, một vũ khí cá nhân nòng nhẵn, nạp thuốc đen và đạn từ đầu nòng, song được điểm hỏa từ cuối nòng bằng hỏa mai (hay bùi nhùi) như pháo, được coi là tiền thân của súng trường. Đến Thế kỷ XVI, xuất hiện súng điểm hỏa bằng đá lửa, đồng thời cũng xuất hiện súng tay, nạp đạn từ đầu nòng, tiền thân của súng ngắn. Trong khoảng giao thời giữa hai Thế kỷ XIX - XX xuất hiện súng máy, và tới 1914 xuất hiện súng tiểu liên đầu tiên. Những phát triển của súng, với tầm bắn ngày càng xa hơn, chính xác hơn, nhanh hơn, uy lực lớn hơn gắn với nhiều sáng chế đáng chú ý, như sáng chế ra rãnh xoắn trên nòng cuối Thế kỷ XVIII, cho phép sáng chế ra súng trường bắn xa và chính xác hơn. Đến Thế kỷ XIX, xuất hiện đạn có vỏ liền với hạt nổ, dùng thuốc súng không khói, dẫn tới sự xuất hiện của các loại súng nạp đạn từ cuối nòng (súng khai hậu), kích nổ bằng kim hỏa; sau đó tới sự xuất hiện của các mẫu súng trường, súng ngắn nửa tự động và cuối cùng là súng tự động hay liên thanh. Các loại súng tự động thường ứng dụng một trong hai nguyên lý: tận dụng sức giật của đạn hoặc năng lượng khí thuốc phóng để vận hành các cơ cấu tự động nạp đạn và điểm hỏa. Điều đó cho thấy tác động qua lại mạnh mẽ giữa khoa học, nhất là khoa học kỹ thuật, với phát triển súng đạn.

Những tác động ấy có động lực tự thân rõ ràng. Chẳng hạn, ngay từ Thế kỷ XVIII vấn đề tăng tốc độ

bắn cho vũ khí là nhu cầu to lớn không kém so với nhu cầu bắn trúng đích ở cự ly xa hơn. Để giải bài toán này, chí ít để tránh bị phản đòn ngay khi vừa bắn, một trong những giải pháp ban đầu là tăng số nòng - điều đồng nghĩa với tăng đáng kể khối lượng súng. Vì thế, cách làm này chỉ được áp dụng chủ yếu cho súng ngắn. Với súng trường, số nòng chỉ được tăng lên đến con số hai, một giải pháp mặc dù chỉ được dùng phổ biến cho súng bắn đạn ghém (cho súng săn là chính) song vẫn tồn tại dai dẳng, với những phát triển kiểu súng hỗn hợp (ghép hai nòng) hoặc kết hợp hai nòng liền khối (súng bắn đạn nhọn kết hợp đạn ghém hoặc đạn nổ sau này). Từ giải pháp này đã đi đến giải pháp khóa nòng quay, dùng cho súng ngắn ổ quay (và cả cho súng ổ quay bắn đạn ghém sau này). Một biến thể khác là giải pháp nòng quay, đã cho phép chế tạo súng máy nòng quay, hay súng Gatling với nhịp bắn siêu cao, tới 6.000 phát/phút. Súng Gatling, từ chỗ là một vũ khí bộ binh, quay nòng bằng tay cuối Thế kỷ XIX đã hồi sinh nhờ nhu cầu nhịp bắn cao trong chi viện hỏa lực từ máy bay lên thẳng những năm 60 Thế kỷ XX của Mỹ tại Việt Nam và chống tên lửa đối hạm cho hạm tàu những năm 80 Thế kỷ XX. Và nói chung, nhu cầu chiến đấu là cái đã khẳng định vị trí của súng trong quân sự; đồng thời tạo ra những nhu cầu mới, làm cơ sở cho hàng loạt sáng chế cả về cơ cấu súng lẫn về đạn dược.

Thời gian chuyển giữa hai Thế kỷ XIX và XX, súng và súng pháo nói chung bắt đầu được tự động hóa trên quy mô lớn. Hỏa lực liên thanh tác động mạnh đến nỗi triệt tiêu hẳn sức cơ động trên chiến trường, hình thành dạng thức chiến tranh được gọi là chiến tranh hầm hào hay trận địa chiến. Cách đánh dựa trên hỏa lực chính xác trước kia, do súng pháo nòng rãnh tạo ra, dần chuyển sang dựa trên mật độ hỏa lực. Đến lúc này đã xuất hiện thêm một số vũ khí mới về nguyên lý, mà điển hình là súng cối - vừa bắn nhanh vừa nhỏ nhẹ cả về súng lẫn đạn, khiến mật độ hỏa lực tăng đáng kể.

Chiến tranh Thế giới I (1914-1918) cũng là lúc xuất hiện nhiều phương tiện chiến tranh mới, trong đó có súng phun lửa - một vũ khí phóng và điểm hỏa xăng keo hóa (napalm), xuất hiện lần đầu trong quân đội Đức từ 1915. Là một hỏa khí sát thương nhờ đưa chất cháy trực tiếp thiêu đốt mục tiêu, súng phun lửa được coi là một trong những phương tiện chiến tranh độc ác nhất (bên cạnh vũ khí hóa học) của cuộc chiến tranh này. Cùng với việc sử dụng các chất độc công nghiệp làm vũ khí - vũ khí hóa học, vũ khí cháy mà súng phun lửa là một đại diện bắt đầu làm xuất lộ một vấn đề mới, mang tính bi kịch: con người không thể kiểm soát được nguồn sức mạnh do chính mình tạo ra (thể hiện rõ nét nhất với những vũ khí huỷ diệt hàng loạt).

Tuy nhiên, tình trạng tăng mật độ hỏa lực và huỷ diệt không lựa chọn không thể triệt tiêu hẳn những vũ khí dùng cho bắn chính xác, hoặc cho những đối tượng cụ thể. Một thí dụ là súng bắn tỉa, với kính ngắm và đạn chuyên dùng (có độ đồng đều cao), dùng để diệt các mục tiêu điểm. Một phát triển khác là súng chống tăng dùng đạn nhọn (cỡ 14,5mm, xuyên 35mm vỏ giáp ở cự ly 300m), xuất hiện cuối Chiến tranh Thế giới I; và sử dụng rộng rãi cho đến tận cuối Chiến tranh Thế giới II, khi phát triển vỏ giáp xe tăng đã vượt ngoài sức xuyên của đạn động năng thường.

Những năm 40, lựu phóng từ đầu nòng được phát triển như là một giải pháp tăng hỏa lực nổ mảnh cho bộ binh. Cũng trong thời gian này, do nhu cầu bảo vệ bộ binh trước tăng thiết giáp, bắt đầu xuất hiện súng chống tăng phản lực (rocket) bắn đạn nổ lõm, trong đó đáng chú ý có Bazooka của Mỹ và Pz1 của Đức Quốc xã. Bazooka (1942) do một người thao tác, cỡ nòng 60mm. Pz1 (1944) cũng do một người thao tác, song lại bắn đạn trên cỡ nòng (nòng 40mm, đầu đạn 100mm), đủ sức xuyên vỏ giáp xe tăng T-34 là một trong những xe tăng tiên tiến nhất Thế giới lúc bấy giờ. (*Do ưu điểm của nó, đạn lõm trên cỡ nòng được tiếp tục sử dụng trên họ súng RPG của Liên Xô/Nga, được coi là họ súng chống tăng phản lực tốt nhất và phổ biến nhất Thế giới ngày nay*). Ngoài ra, đến Chiến tranh Thế giới II, cũng bắt đầu xuất hiện súng cối cá nhân, mà một trong những mẫu thành công nhất là súng cối xách tay 51mm của Anh. Những phát triển cả về nguyên lý phóng đạn, nguyên lý sát thương trong thời kỳ này đã làm thay đổi quan niệm về súng. Đã xuất hiện những cách định danh mới, như thuật ngữ súng bộ binh hay vũ khí bộ binh, để chỉ những hỏa khí có động lực (không bao gồm các vũ khí dùng sức cơ bắp như lựu đạn, thủ pháo) trang bị cho bộ binh, hoặc vũ khí mang vác chỉ những vũ khí có thể vận chuyển và tác xạ nhờ sức người. Trong khi đó, súng theo cách hiểu kinh điển được một số nơi định danh lại là vũ khí nhẹ hay hỏa khí nhỏ (*tiếng Anh gọi là Small Arms*).

Đến những năm 60, hầu như các loại súng kinh điển đều được tự động hoặc nửa tự động hóa. Cũng thời gian này, do đã có nhiều hỏa lực tầm xa hơn, vả lại ở cự ly trên 400m xác suất ngắm bắn chính xác bằng mắt thường đã giảm đáng kể vì thế, không cần uy lực dư thừa trên súng trường kiểu cũ. Tình hình này dẫn tới xu hướng giảm cỡ nòng, gắn với đạn trung gian và đạn nhỏ. Và đến những năm 70, cùng với khuynh hướng tiêu chuẩn hóa, cũng xuất hiện khuynh hướng mô đun hóa, sao cho với cùng một cấu hình cơ bản, chỉ cần đôi chút thay đổi là nhanh chóng có một vũ khí phù hợp với nhu cầu chiến đấu cụ thể. Chẳng hạn, chỉ cần thay nòng ngắn có thể chuyển súng trường thành tiểu liên; dùng nòng dài hơn cộng với giá hai chân lại biến nó thành trung liên.

Nhu cầu tăng mật độ hỏa lực nói chung, hỏa lực nổ mảnh nói riêng nhằm lấp đầy *"kẽ hở hỏa lực"* nổ mảnh trong vùng từ tầm ném xa nhất của lựu đạn (30m) tới giới hạn hỏa lực thấp nhất của súng cối hạng nhẹ *"cổ điển"* (300m) đã dẫn đến sự ra đời của một loại vũ khí mới - súng cối cá nhân và sau đó là súng phóng lựu liên thanh - thực chất là súng cối tự động cỡ nhỏ. Những phát triển này dựa trên một biến thái độc đáo của đạn cối: đạn cối 40mm không đuôi ổn định xoay, với buồng nổ cao áp tách khỏi đạn và đưa sang vỏ đạn, có dạng ngoài như đạn súng pháo liều nguyên. Điển hình đầu tiên cho các vũ khí này là súng cối cá nhân 40mm M79 (đưa vào sử dụng năm 1961) và súng phóng lựu tự động (liên thanh) 40mm Mk19 (xuất hiện năm 1966), đều do Mỹ phát triển. Được sử dụng đầu tiên tại chiến trường Miền Nam Việt Nam, cả trên máy bay (C-130), máy bay lên thẳng (AH-1A) và giang thuyền, những dạng vũ khí này đã ngay lập tức được phổ biến rộng rãi, đã xuất hiện nhiều mẫu súng phóng lựu tự động, trong đó đáng chú ý là súng 30mm AGS-17 Plamya (Liên Xô/Nga) và súng 35mm W87 (Trung Quốc). Với các biến thể súng cối cực nhỏ, mật độ hỏa lực nổ mảnh sát thương sinh lực tầm gần đã tăng lên đáng kể.

Cũng bắt đầu từ thời gian này dường như quá trình phát triển súng đi vào một giai đoạn quá độ, với nhiều xu hướng khá khác nhau. Một mặt, hỏa lực chi viện ngày càng nhanh, uy lực lớn và chính xác của pháo và phi pháo các loại khiến vai trò của súng giảm dần, hỏa lực súng chủ yếu dùng cho cự ly 400m trở lại, và vẫn lấy mật độ hỏa lực thay cho bắn chính xác. Mặt khác, mục tiêu ngày càng đa dạng dẫn tới nhu cầu hỏa lực nổ mảnh, kể cả nổ định hướng cho súng bộ binh ngày càng lớn. Ngay cả trong phân đội bộ binh thường (*không phải bộ binh trợ chiến, được trang bị súng cối, súng chống tăng tầm xa, tên lửa chống tăng và phòng không*) cũng sử dụng ngày càng nhiều hoả lực nổ mảnh, như rocket chống tăng và cối cá nhân. Các cuộc chiến tranh cho thấy những hình ảnh rất khác nhau về công dụng vũ khí bộ binh và súng nói riêng. Ngay tại chiến tranh Việt Nam - cuộc chiến tranh khốc liệt và kéo dài nhất trong thời Chiến tranh Lạnh cũng gây ấn tượng trái ngược như vậy. Về phía Mỹ và chư hầu, vũ khí bộ binh hầu như không phát huy tác dụng, kể cả những thứ *"mới cứng"* như cối cá nhân và súng phóng lựu liên thanh. Trong khi đó, ở phía bên kia, những vũ khí tưởng như lạc hậu vẫn gây hiệu quả khó tưởng tượng. Những cuộc pháo kích với súng cối và pháo phản lực mang vác (H12 và ĐKB) vào sân bay Biên Hòa, cuộc vây ép sân bay Tà Cơn chủ yếu bằng súng bắn tỉa, cuộc pháo kích Sài Gòn giữa Quốc khánh của *"Đệ nhị Cộng hòa" (Chính quyền Sài Gòn sau Ngô Đình Diệm)* mang lại tiếng vang vượt ra ngoài ý nghĩa quân sự thuần tuý, mặc dù là một trong những nguyên nhân khiến Mỹ phải di tản hết máy bay chiến lược ra khỏi các sân bay Nam Việt Nam. Một vũ khí khác, họ súng phóng rocket chống tăng RPG (ta gọi là B40 và B41) tỏ ra có uy lực đến nỗi, một tướng Mỹ phải thốt lên: *"Tốc độ tăng độ dầy vỏ giáp [của Mỹ] không theo kịp sức xuyên của đạn lõm"*.

Tình hình này dẫn đến một số phát triển trong lĩnh vực súng cũng như vũ khí mang vác nói chung. Một hướng phát triển là ghép súng phóng lựu hoặc súng cối cá nhân lên súng trường, tạo thành một vũ khí hỗn hợp. Một thí dụ là súng phóng lựu đi kèm 40mm M203 của Mỹ, cho phép lắp đặt bên dưới nòng súng M16, tạo thành một hệ thống súng ghép gọi là M226. Bên cạnh thay đổi nhu cầu tác chiến, vấn đề giảm gánh nặng hậu cần (cung ứng quá nhiều loại đạn dược và phụ tùng thay thế) cũng khiến tiểu liên, các bin và súng ngắn ít được sử dụng dần (trừ các lực lượng đặc biệt), dẫn tới xu hướng chế tạo một vũ khí mới thay thế cho cả ba loại. Một trong những vũ khí như thế là vũ khí tự vệ cá nhân P90 5,7mm của Bỉ.

Một phát triển khác, xuất hiện trong những năm 80 là chế tạo súng bắn tỉa cỡ nòng lớn. Súng thường

có cỡ 12,7mm, song cá biệt có khi tới 14,5mm (súng Gepard, Hung), hoặc thậm chí tới 20mm (súng NTW20 của Nam Phi và RT-20 của Croatia). Một mẫu súng bắn tỉa điển hình là Barrett M90 (cỡ 12,7mm, tầm ngắm bắn 2.000m, xuyên 20mm thép ở 100m), được dùng để diệt máy bay đang đỗ, phá hoại pháo, xe tăng Iraq trong chiến tranh vùng Vịnh 1991 và được coi là một *"vũ khí công nghệ cao của bộ binh"*. Điều này cho thấy, cách đánh dựa trên bắn chính xác trong bộ binh bắt đầu tăng trở lại.

Trong lĩnh vực súng bộ binh chuyên dùng, đáng chú ý là những phát triển súng tác chiến thuỷ bộ mà Liên Xô/Nga là Quốc gia dẫn đầu. Nga có súng bắn dưới nước APS 5,56 mm. Đầu năm 1990, Nga đã phát triển thành công súng tiến công thuỷ bộ ASM-DT, kết hợp những ưu việt của súng chuyên bắn dưới nước APS với súng trường trên bộ nổi tiếng AK-47. Súng dùng băng đạn dễ tháo lắp, bắn được nhiều loại đạn khác nhau, đạn 5,45 mm tiêu chuẩn bắn trên bộ và 5,45 mm PSP bắn dưới nước. Hiện ASM-DT là vũ khí duy nhất trên Thế giới có tính năng tương đương AK-47 (bắn trên bộ) và APS (bắn dưới nước). Với những vũ khí như APS và ASM-DT, người nhái không chỉ có thể phá hoại ngầm mà đã thành một lực lượng giáp chiến thực sự.

Từ những năm 90, Chiến tranh lạnh kết thúc dẫn tới việc cắt giảm ngân sách quân sự và các chương trình vũ khí trang bị khổng lồ trên phạm vi toàn cầu, song lại tạo điều kiện cho sự nở rộ của những chương trình phát triển vũ khí nhẹ, nhất là súng và vũ khí bộ binh. Mỹ, NATO và một số nước khác bắt đầu khởi thảo các kế hoạch định hình vũ khí nhẹ thế hệ mới cho lục quân, theo yêu cầu tác chiến Thế kỷ XXI. Hiện nay, quy hoạch về cơ bản đã xác định, công tác thăm dò được triển khai nghiên cứu và một số sản phẩm bước đầu đã định hình.

Trong khi Nga đi sâu vào họ súng 6mm tương lai, NATO có kế hoạch tổng quát hơn, gọi là *"Kế hoạch hợp tác nghiên cứu vũ khí nhẹ"* do Canada đứng đầu với 9 nước tham gia; thì Mỹ có hẳn một chương trình vừa tổng quát vừa cụ thể, gọi là Chương trình Chiến binh Lục quân trong khuôn khổ Đại chương trình Lực lượng Thế kỷ XXI (FXXI LW). Theo đó, hoạt động phát triển vũ khí bộ binh được chia thành 3 chương trình cụ thể. Đó là các chương trình Vũ khí tự vệ cá nhân mục tiêu (OISW), Vũ khí chiến đấu cá nhân mục tiêu (OICW) và Vũ khí tập thể mục tiêu (OSCW). Lục quân Mỹ dự định sử dụng 3 loại vũ khí này thay thế cho hàng loạt vũ khí hiện có, như súng trường xung kích kiêm trung liên 5,56 mm M16A2, trung liên tiểu đội 5,56 mm M249, các bin M4 5,56 mm, súng phóng lựu tự động 40 mm Mk 19 Mod. 3, đại liên 7,62 mm M60, trọng liên 12,7 mm Browning và súng ngắn 9 mm M9 hiện dùng. Chương trình Chiến binh Lục quân được coi là tiêu biểu cho cách tiếp cận công nghệ có hệ thống của Lục quân Mỹ, trong đó nòng cốt là chương trình OIWS.

Như vậy, trong lĩnh vực súng bộ binh cho đến nay vẫn chưa xuất hiện súng la de, súng điện từ, thậm chí cũng chưa xuất hiện cả những súng nguyên lý mới *"khiêm tốn"* hơn, chẳng hạn súng thuốc phóng lỏng. Những súng bộ binh *"mới"*, kể cả súng OICW kể trên, nói cho cùng vẫn dựa trên các nguyên lý đã biết từ những vũ khí thành công nhất. Cái mới nổi lên rõ ràng nhất với súng bộ binh những năm gần đây không phải là bản thân khẩu súng, mà là các hệ thống hỗ trợ ngắm bắn, chỉ thị mục tiêu và bảo đảm đánh đêm - gộp lại còn đắt hơn cả khẩu súng. Chính những phương tiện bảo đảm đó đã khiến cho súng bộ binh trở thành một *"vũ khí công nghệ cao"*, đồng thời đẩy giá thành súng lên cao ngất ngưởng. Mặt khác, thử thách khắc nghiệt của thời gian cho thấy một nghịch lý: trong khi xe tăng, máy bay bị loại bỏ chỉ sau 20-25 năm lại có những vũ khí bộ binh giản dị đã tồn tại trên nửa Thế kỷ mà vẫn khẳng định được sức sống. Khẩu súng AK-47 do Kalashnikov (Liên Xô) thiết kế từ năm 1943, đưa vào sản xuất từ 1947 là một thí dụ.

1.1. SÚNG TRƯỜNG

Súng trường là súng cá nhân nòng dài, dùng để diệt mục tiêu trong tầm nhìn (đến 1.000 mét), dùng năng lượng thuốc phóng (hoá năng) để đưa vật sát thương - đầu đạn tới mục tiêu. Súng trường hiện đại thường dùng nòng rãnh, có khả năng tự động nạp đạn và bắn liên thanh. Cho tới nay súng trường vẫn được coi là vũ khí cơ bản của bộ binh, là vũ khí phổ biến nhất trong quân đội các nước.

Có nhiều loại súng trường khác nhau. Thông dụng hơn cả là súng trường xung kích. Ngoài ra, còn có súng trường kỵ binh hay súng các bin (carbin) và một số súng chuyên dụng khác như súng trường chống tăng, súng bắn tỉa (còn gọi là súng trường thiện xạ), súng bắn dưới nước.

Tiền thân của súng trường (cũng như của súng săn hiện đại) là súng hoả mai, xuất hiện từ Thế kỷ XIV. Đó là súng cá nhân nòng nhẵn, nạp thuốc phóng đen và đạn chì từ đầu nòng, có lỗ luồn dây cháy chậm và được điểm hoả bằng hỏa mai (bùi nhùi). Sau đó xuất hiện súng trường có cơ cấu cò súng để điểm hỏa cơ khí. Do bắn chậm, nên để đánh gần, ban đầu xạ thủ được trang bị giáo, gươm và sau đó là lưỡi lê lắp trên đầu súng.

Đầu Thế kỷ XVIII, xuất hiện súng trường nòng rãnh đầu tiên. Do dùng rãnh xoắn, khi ra khỏi nòng đạn vừa bay thẳng vừa xoay quanh trục dọc, có tác dụng tăng đáng kể độ ổn định đường đạn. Nhờ đó so với súng nòng nhẵn súng trường nòng rãnh có cự ly bắn tăng gấp đôi, độ chính xác bắn tăng gấp 5 lần. Từ đó súng trường được dùng phổ biến trong quân đội.

Trong Thế kỷ XIX, nhịp bắn và độ tin cậy tác xạ tăng đáng kể với sự xuất hiện của hạt lửa và vỏ đạn; đầu tiên bằng giấy, rồi chuyển sang vỏ kim loại. Xuất hiện súng các bin - dạng súng trường nhẹ cho ky binh. Giai đoạn cuối Thế kỷ XIX đầu Thế kỷ XX, cỡ nòng được giảm đi (ở mức 7,62 – 7,0 mm), song chất lượng đường đạn và nhịp bắn vẫn tăng đáng kể, nhờ các tiến bộ như thuốc súng không khói nitrocellulose, đầu đạn nhọn bọc đồng, hộp tiếp đạn. Năm 1936 xuất hiện các mẫu súng trường nửa tự động (tự nạp đạn) đầu tiên mà điển hình là AVS-36 do Simonov (Nga) sáng chế. Thời kỳ này cũng xuất hiện một số kiểu súng trường chuyên dụng, như súng chống tăng, súng bắn tỉa với kính ngắm quang học. Súng chống tăng là một dạng súng trường cỡ nòng lớn, dùng động năng để xuyên giáp, được sử dụng rộng rãi trong Chiến tranh Thế giới II. Điển hình là các súng chống tăng PTRD và PTRS của Liên Xô, cỡ nòng 14,5mm, vận tốc đầu nòng 1.012m/s, có thể xuyên 35mm thép cán ở cự liy300m. Từ cuối Chiến tranh Thế giới II, việc vỏ giáp tăng đáng kể với các mẫu xe tăng mới như Leopard (Đức), T-34 (Liên Xô) đã khiến súng chống tăng động năng bị mất vai trò trên chiến trường. Trong khi đó súng bắn tỉa, đã xuất hiện và được sử dụng từ Chiến tranh Thế giới I, lại có cuộc sống hoàn toàn khác. Nhờ kính quang học và đạn chuyên dụng có độ đồng đều cao và mạnh hơn đạn bộ binh thường, súng bắn tỉa được dùng để diệt các mục tiêu lẻ quan trọng cũng như trong điều kiện chiến đấu giằng co. Khả năng bắn chính xác, nhất là ở cự ly lớn, là một trong những yếu tố khiến súng bắn tỉa luôn được cải tiến và sử dụng rộng rãi hầu như trong mọi dạng thức chiến tranh và xung đột vũ trang sau này.

Vận động chiến với việc đưa sinh lực và hỏa lực nhanh chóng tiếp cận và giải quyết mục tiêu, đã có tác dụng giảm vai trò của súng trường như là một vũ khí tiến công cơ bản, đồng thời đưa súng tiểu liên lên vị trí vũ khí bộ binh hàng đầu. Trong bối cảnh đó, tự động hóa cho súng trường trở thành một nhu cầu tất yếu. Do nòng dài, thời gian đạn chuyển động trong nòng súng khá lâu, nên bài toán tự động hóa súng trường được giải theo hướng khai thác năng lượng khí thuốc theo nguyên lý trích khí, một nguyên lý đã được ứng dụng trước đó trên súng máy. Cuối những năm 40, đã bắt đầu xuất hiện những mẫu súng trường tự động (liên thanh) đầu tiên, nổi tiếng nhất là súng AK-47 bắn đạn trung gian 7,62x39mm (Mặc dù lúc ra đời được gọi là súng cá nhân tự động, hay tiểu liên).

Và từ những năm 60, xuất hiện khuynh hướng tăng sơ tốc đạn, đồng thời giảm cỡ nòng xuống dưới 6 mm. Đây là cách tiếp cận tạo động năng xuyên nhờ vận tốc cao với tiết diện đạn nhỏ để giảm thất tốc. Đường đạn ít cong hơn, và nhờ đó không phải chỉnh thước ngắm trong phạm vi tầm bắn hiệu dụng, khoảng 400m trở lại, một yếu tố cực kỳ quan trọng trong chiến đấu bộ binh. Cỡ nòng phổ biến thời gian này là 5,56 mm với các mẫu súng như M16 (Mỹ), FAMAS (Pháp), Steyr (Áo). Cách tiếp cận này ấn tượng đến nỗi Kalasnikov đã bắt đầu thiết kế các mẫu súng 4,45mm và sau đó là 5,56mm (bắn đạn NATO tiêu chuẩn, để xuất khẩu); còn súng trường Galin của Israel, về thực chất là một thiết kế theo mẫu AK (để tận dụng đặc điểm bền chắc, tin cậy, dễ sử dụng) với đạn 5,56mm. Cùng với quá trình tự động hoá, khuynh hướng này vẫn gắn với quan niệm dùng mật độ hoả lực cao thay cho ngắm chính xác. Ngoài ra, súng trường còn được ghép thêm nòng phụ cũng như phương tiện bổ trợ để phóng rocket, lựu đạn và lượng nổ.

Với việc xuất hiện súng trường tự động, tiểu liên đã mất địa vị độc tôn - vũ khí cá nhân duy nhất có khả năng bắn liên thanh. Đồng thời nó cũng làm thay đổi hẳn quan niệm cho rằng vũ khí bắn phát một và vũ khí bắn liên thanh là hai phạm trù vũ khí khác nhau, trong khi trên thực tế, chúng chỉ là những cột mốc trên con đường tiến hóa của súng.

Bên cạnh đó, khuynh hướng thiết kế môđun, một trong những yếu tố để giảm khó khăn trong cung cấp đạn dược và phụ tùng thay thế, đã dẫn đến sự xuất hiện hàng loạt vũ khí khác nhau - tiểu liên, các bin tới trung liên - từ một mẫu thiết kế súng trường, thậm chí chỉ cần đơn giản thay đổi nòng súng và thêm bớt vài cấu kiện (chẳng hạn, tháo lắp càng, thay kiểu hộp tiếp đạn). Cũng như giữa pháo lựu với pháo nòng dài trong vũ khí pháo binh, ranh giới giữa các vũ khí bộ binh này trở nên nhạt nhòa hơn bao giờ hết.

Cuối những năm 80, cùng với khả năng trang bị khá phổ biến kính ngắm các loại như kính ngắm ngày, đêm, kính ngắm xa... cho súng trường; vấn đề ngắm chính xác được quan tâm trở lại. Xuất hiện các mẫu súng bắn tỉa cùng cỡ súng trường đã có, cũng như cỡ nòng lớn - 12,7mm và thậm chí tới 20mm, dùng để đánh các mục tiêu giá trị cao như thùng nhiên liệu trên xe tăng, máy bay lên thẳng bay treo, ở cự ly xa hơn, tới 2.000m.

Mặc dù được tiêu chuẩn hóa về đạn, song hiện tại, đang tồn tại nhiều mẫu súng trường, do nhiều nước thiết kế và chế tạo, thuộc năm họ súng. Trong số này họ súng AK của Kalashnikov, mà mẫu đầu tiên là AK-47 chế tạo lần đầu là năm 1947, được coi là phổ biến và nổi tiếng nhất. Tới đầu những năm 90 tổng cộng có tới 50 triệu khẩu AK lưu hành trên Thế giới. Họ phổ biến thứ hai là M16, với khoảng 7 triệu khẩu đang lưu hành.

Sáu bảy trăm năm qua, súng trường đã phát triển vượt bậc. Ngoài hiện tượng giảm rồi lại tăng cỡ nòng đã nêu, còn có hiện tượng trở lại với đạn không vỏ và súng nòng nhẵn. Mẫu súng bắn đạn không vỏ điển hình là G11, được thiết kế từ 1970. Đạn dùng cho G11 là một khối thuốc phóng đúc liền với đầu đạn. Đây là cách cho phép tiết kiệm kim loại làm vỏ đạn, giảm đáng kể độ phức tạp và khối lượng chiến đấu của súng, nhờ bỏ chi tiết móc hất vỏ đạn. Mặc dù vậy, không thể sử dụng súng bắn đạn không vỏ trong quân sự do chúng còn nhiều khiếm khuyết không thể khắc phục, thí dụ, hiện tượng long đầu đạn khỏi khối thuốc, hoặc những rủi ro tiềm ẩn do khối thuốc phóng biến dạng hay thậm chí tự kích nổ vì nhiệt trong bầu nòng. Mẫu súng trường nòng nhẵn điển hình là Luchi cỡ nòng 10mm của Áo. Súng có thể bắn đạn ổn định bằng cánh (đạn hình tên) để đánh mục tiêu tầm xa và đạn ghém để đánh gần. Trong kế hoạch mục tiêu về vũ khí bộ binh năm 2000, dạng súng Steyr nòng nhẵn từng được Mỹ cân nhắc nhằm trang bị cho bộ binh trong tương lai.

Trong tương lai, súng trường vẫn được xác định là vũ khí cơ bản của bộ binh. Sự phát triển của súng trường tương lai được chi phối bởi các nhu cầu: cho phép công kích nhiều loại hình mục tiêu hơn, từ nhỏ lẻ quan trọng tới nhóm mục tiêu; từ mục tiêu quân sự tới những mục tiêu không được phép sát thương, thí dụ, trong gìn giữ hòa bình; ngắm bắn, chỉ thị mục tiêu nhanh, chính xác hơn, trong mọi điều kiện thời tiết, ngày đêm; gọn nhẹ, dễ thao tác và nhất là sử dụng an toàn hơn. Phát triển ấy cũng chịu tác động mạnh của những tiến bộ công nghệ đang nổi lên trong nhiều lĩnh vực khác nhau, nói khác đi được quyết định bởi khả năng đáp ứng của công nghệ.

Trong bối cảnh đó, khẩu súng trường và súng bộ binh nói chung, sẽ có hình hài ra sao? Trước hết, nó được trang bị nòng phụ để bắn đạn nổ. Tất nhiên, nòng hoặc khẩu súng phụ này sẽ được tích hợp với súng chính, chứ không còn ở dạng ghép. Thay cho thước ngắm cơ khí, súng sẽ có kính ngắm ngày đêm với độ phóng đại phù hợp hoặc dễ điều chỉnh. Súng còn được lắp laser để nhanh chóng lấy đường ngắm và chỉ thị mục tiêu ở tầm gần, nhất là trong đánh đêm. Theo nhiều đề án, hình ảnh mục tiêu sẽ được hiển thị không chỉ trên kính ngắm mà cả ở màn hình trên mũ người lính, điều cho phép ngắm bắn từ dưới hào hoặc sau thân cây mà không để lộ thân mình trước hỏa lực bắn thẳng. Laser và cả máy thu định vị vệ tinh GPS cũng được dùng để nhận dạng mục tiêu, tránh bắn nhầm. Trên súng có bộ xử lý để tính toán đường đạn theo dữ liệu laser, chọn chế độ bắn (phát một, điểm xạ, hoặc loạt dài), điều khiển nhịp bắn, và rất có thể còn để nhận dạng *"ông chủ"*, không cho người lạ sử dụng súng.

Có thể coi OICW là một mẫu súng trường tương lai điển hình. Được phát triển trong khuôn khổ Chương trình chiến binh lục quân, một bộ phận của chương trình trang bị lại Lực lượng Thế kỷ XXI (FXXI LW) của Mỹ; vũ khí OICW do công ty Aliant của Mỹ phát triển, đã được thử nghiệm năm 1999. Đây là súng kết hợp kiểu chồng nòng giữa các bin 5,56 mm (trên) và phóng lựu nửa tự động 20 mm (dưới), có lade đo xa và máy tính điều khiển hoả lực với màn hình hiển thị cài trên mũ xạ thủ. Súng có kết cấu đơn giản, dễ tháo lắp, bảo dưỡng, tiện mang vác. Hộp tiếp đạn và ốp ngoài súng đều được chế

tạo từ vật liệu composit. Theo dự kiến, súng được chế tạo 20.000 khẩu và đưa vào trang bị năm 2007. Với một *"súng trường"* như thế, đơn giá cho các bộ phận phụ trợ còn đắt hơn bản thân khẩu súng, mà tiêu biểu là giá thành lên tới 10.000 đô la của hệ thống súng OICW của Mỹ.

1.2. SÚNG TIỂU LIÊN

Súng tiểu liên - gọi tắt là tiểu liên, đôi khi còn được gọi là súng ngắn liên thanh - là loại súng tự động (liên thanh) cá nhân, nòng ngắn (300mm trở lại) có rãnh xoắn, dùng để chống mục tiêu sinh lực ở cự ly gần, khoảng 200m trở lại. Đây là loại vũ khí đầu tiên biến từng cá nhân người lính trở thành một đơn vị hỏa lực mạnh, nhất là trong tiến công, đánh gần - cách đánh tiêu biểu trong vận động chiến, cũng như trong tác chiến đô thị và du kích chiến.

Mặc dù từ những năm 90 Thế kỷ XIX đã xuất hiện những mẫu thiết kế đầu tiên, song mãi đến năm 1914 tiểu liên mới thực sự được chế tạo tại Italia với tên gọi súng VP (theo tên nhà máy chế tạo, Villa-Perosa), và được quân đội nước này sử dụng ngay từ Chiến tranh Thế giới I. Súng VP và các mẫu tiểu liên đầu tiên đều bắn ở tư thế khóa nòng mở hoạt động theo nguyên lý dùng lực giật hậu của thuốc đạn khi bắn để vận hành cơ cấu bắn, thường gọi tắt là nguyên lý giật hậu hay nguyên lý khóa nòng lùi. Đây là một dạng cải tiến của cơ cấu tự lên đạn, từng được ứng dụng thành công từ 1886 tại Đức trong chế tạo súng ngắn tự lên đạn đầu tiên - súng ngắn Mauser. Do nòng ngắn, cũng như do phát triển trên cơ sở súng ngắn, toàn bộ súng tiểu liên thời kỳ này đều dùng chung đạn với súng ngắn - đạn đầu tày.

Do tính hữu dụng và nhất là do tính đơn giản, tiểu liên đã được nhanh chóng chế tạo tại nhiều nước, nhất là tại Châu Âu. Tới Chiến tranh Thế giới II, chúng đã được sử dụng rộng rãi với tư cách một vũ khí xung kích, đánh gần, lấy thao tác bắn nhanh và mật độ hỏa lực cao thay cho ngắm bắn chính xác. Những mẫu tiểu liên nổi tiếng lúc đó là MP38 của Đức (sản xuất năm 1938, bắn đạn tày 9mm), Thompson M1A1 của Mỹ (1928, 12mm), Stein của Anh (1940, 9mm) và PPSh 41 của Liên Xô (1941, 7,62mm). Trừ tiểu liên PPSh dùng hộp tiếp đạn tròn 70 viên, vừa có dung lượng lớn, vừa dễ bắn ở tư thế nằm, các kiểu tiểu liên còn lại đều dùng hộp tiếp đạn dẹt, dễ thay băng. Với trên 5 triệu khẩu được chế tạo và sử dụng chỉ riêng trong Chiến tranh Thế giới II, súng tiểu liên băng tròn PPSh 41 được coi là mẫu súng phổ biến nhất trên Thế giới.

Như đã nêu, những mẫu tiểu liên đầu tiên được thiết kế theo nguyên lý giật hậu, bắn ở thế khóa nòng mở - một nguyên lý không cho phép áp dụng trên súng có nòng dài. Đầu những năm 40, ngay trong Chiến tranh Thế giới II, với một loạt sáng chế tự động hóa thao tác bắn mới, đặc biệt là nguyên lý trích khí, bắn từ thế khóa nòng kín, cho phép tận dụng năng lượng thuốc phóng triệt để hơn, đồng thời tạo khả năng áp dụng trên súng có nòng dài hơn. Nhờ nguyên lý này, sau chiến tranh đã xuất hiện hàng loạt vũ khí cá nhân tự động (liên thanh), từ các bin tới súng trường. Cũng đã xuất hiện súng trung liên tiểu đội, dùng chung đạn và được thiết kế theo nguyên lý trích khí như với súng trường. Đây cũng là một phát triển tất yếu, khi giảm thiểu chủng loại đạn đã trở thành một nhu cầu hậu cần bức xúc. Trong bối cảnh ấy, dường như vai trò của tiểu liên với tư cách vũ khí chủ yếu của lực lượng xung kích bị giảm dần. Bản thân súng tiểu liên, có lúc chỉ còn được coi là một sản phẩm phụ, sản phẩm đi kèm trong quá trình thiết kế chế tạo súng trường xung kích.

Tuy nhiên, vẫn có những môi trường chiến đấu, những chức năng mà trong đó tiểu liên là vũ khí không thể thiếu; chẳng hạn, trong các hoạt động tác chiến đặc biệt của quân đội cũng như cảnh sát, trong tác chiến đô thị, rừng núi; trong bảo vệ gần, hoặc dùng làm vũ khí tự vệ cá nhân cho sỹ quan, lái xe, pháo thủ, và các nhân lực không trực tiếp chiến đấu khác, chiếm tỷ lệ ngày càng cao trong quân đội hiện đại. Vì vậy, bên cạnh các biến thể tiểu liên từ các mẫu súng trường, đã và đang xuất hiện ngày càng nhiều mẫu thiết kế tiểu liên mới, độc lập. Và đáng chú ý là cho đến ngày nay, khuynh hướng dùng đạn đầu tày cho tiểu liên vẫn tồn tại. Mẫu vũ khí tự vệ 9mm Baksan của Nga là một điển hình. Một đề án đáng chú ý khác là súng tự vệ cá nhân Bushman của Anh, được đưa ra từ đầu những năm 90. Không chỉ dùng đạn đầu tày 9mm, súng Bushman còn áp dụng kỹ thuật điện tử để kiểm soát nhịp bắn ở mức đủ thấp, cỡ 450 phát/phút, nhằm tăng độ chính xác bắn và giảm tiêu hao đạn. Có lẽ đây là lần đầu tiên công nghệ điện tử được áp dụng trên súng bộ binh.

Trước đó, ngay từ giữa những năm 80, tại Pháp và Bỉ đã có những đề án thiết kế vũ khí cá nhân mới, gọi là vũ khí tự vệ cá nhân, dùng đạn nhọn 5,7mm thay cho cả tiểu liên lẫn súng ngắn; trong đó có lẽ, thành công hơn cả là súng P90 của Bỉ. Ngoài việc sử dụng vật liệu composit rộng rãi trong kết cấu súng, P90 còn có nhiều nét độc đáo. Chẳng hạn, hộp tiếp đạn bằng chất dẻo trong suốt, đặt bên trên nòng để dễ kiểm tra lượng đạn dự trữ. Đạn trong hộp được đặt ở thế nằm ngang so với trục nòng để có thêm động tác xoay thân đạn như là một biện pháp giảm nhịp bắn. Bản thân các mẫu tiểu liên xuất phát từ súng trường, như AKS-74 bắn đạn các cỡ 5,45mm, 5,56mm và 7,62mm bắt nguồn từ thiết kế gốc AK-47 của Liên Xô/Nga; M16C/XP bắn đạn 5,56mm bắt nguồn từ M16 của Mỹ,... cũng đã được cải tiến đáng kể, cả về súng và đạn.

Hiện tại, cũng như với súng trường và các vũ khí nhỏ khác, súng tiểu liên đã thực sự trở thành một một hệ thống vũ khí, với các bộ phận bảo đảm đi kèm, như kính ngắm ngày, đêm, laser chiếu mục tiêu tầm gần, nòng phụ hoặc ống phóng đi kèm để phóng lựu và lượng nổ... Đã có những phương án tạo đường ngắm quang học gấp khúc, hoặc thậm chí liên kết điện tử giữa thiết bị ngắm với màn hình hiển thị mục tiêu gắn trên mũ xạ thủ, cho phép bắn qua góc khuất mà không cần để lộ thân thể hoặc đầu trước hỏa lực đối phương - một nhu cầu thiết yếu khi tác chiến trong đô thị, rừng núi hoặc tại những vùng địa hình có nhiều vật cản.

Trong tương lai, cách lắp ghép các bộ phận sẽ được chuẩn hóa, chuyển sang tích hợp thành một hệ thống hoàn chỉnh, trong đó các phân hệ điện tử và quang điện tử bảo đảm bắn sẽ chiếm tỷ trọng cao trong giá thành toàn hệ. Một trong những vũ khí như thế là hệ thống vũ khí tự vệ cá nhân OISW của Mỹ, dự kiến thay thế cho cả tiểu liên lẫn súng ngắn.

ĐẠI TÁ KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN**

1.3. SÚNG MÁY

Súng máy (machinegun) -còn gọi là súng liên thanh - là thuật ngữ dùng để chỉ một loại hoả khí tự động nhỏ, có khả năng bắn thành loạt dài. Năng lượng để vận hành súng lấy từ lực giật của đạn hoặc khí thuốc sản ra sau mỗi phát bắn. Do bắn loạt dài nên nòng súng được làm lạnh bằng nước hoặc không khí. Đạn thường được tiếp từ băng bằng kim loại hoặc vải, hoặc từ hộp tiếp đạn.

Súng máy được dùng để diệt hoặc chế áp các mục tiêu trên đất, trên không và trên biển ở cự ly dưới 2.000 mét. Súng máy được chia thành cỡ nòng cơ bản (5,56- 8 mm) và cỡ nòng lớn (khoảng 12,7-15 mm). Cũng có cách chia súng máy thành trung liên, thượng liên, đại liên và trọng liên.

Từ Thế kỷ XVI đã xuất hiện những mẫu súng liên thanh đầu tiên, trong số đó có một số mẫu do Leonardo da Vinci thiết kế. Về cơ bản chúng gồm những nòng súng ghép song song với nhau. Được sử dụng vào cuối Thế kỷ XVI, song chúng nhanh chóng bị lãng quên do quá cồng kềnh và mất quá nhiều thời gian để nạp đạn.

Cuối Thế kỷ XIX, sự xuất hiện đạn có vỏ kim loại sản xuất hàng loạt đã tạo điều kiện cho việc chế tạo súng máy. Năm 1862, xuất hiện nhiều mẫu súng máy đầu tiên do Gatling sáng chế. Đây là dạng súng nòng quay, có thể đạt nhịp bắn 3.000 phát phút với 10 nòng súng và động cơ điện đi kèm. Hiện tại nguyên lý nòng quay được ứng dụng khá phổ biến cho súng máy hoặc pháo liên thanh đặt trên máy bay, hạm tàu và xe chiến đấu. Song, do lúc mới ra đời còn có nhiều thao tác chưa được tự động hóa, như phải nạp đạn cho từng nòng sau mỗi lần bắn, nên súng máy nòng quay không được đưa vào chế tạo và sử dụng.

Súng máy thực sự đầu tiên do Maxim người Anh sáng chế vào năm 1885, vận hành nhờ lực giật hậu và được sử dụng lần đầu tại cuộc chiến tranh Nam Phi giữa Anh và Hà Lan (1899 –1902). Năm 1892, Browning (Mỹ) sáng chế ra súng máy vận hành nhờ khí thuốc đầu tiên. Súng máy hạng nhẹ (trung liên) đầu tiên do Mabsen (Thụy Điển) sáng chế năm 1902, được trang bị rộng rãi trong quân đội các nước từ đầu Thế kỷ XX và sử dụng nhiều trong Chiến tranh Thế giới I (1914 – 1918).

Không nói quá khi cho rằng, ngay từ khi đưa vào sử dụng súng máy đã có tác dụng huỷ diệt khủng khiếp. Theo ước tính, có tới 92% tổng số thương vong của Chiến tranh Thế giới I là do súng máy gây nên. Chính súng máy và pháo dã chiến, trong thời gian này, đã không chỉ vô hiệu hóa lực lượng kỵ binh cổ điển, mà còn chôn chặt từng đạo quân lớn dưới

hầm hào. Nói cách khác, súng máy và trọng pháo đã tạo ra dạng thức chiến tranh hầm hào hay trận địa chiến thời ấy. Tình hình này chỉ thay đổi với sự ra đời của xe tăng - chiến xa của thời hiện đại.

Trong thời kỳ giữa hai cuộc đại chiến, ngoài xe tăng súng máy còn được đưa lên hạm tàu và máy bay. Ngay sau khi xuất hiện mẫu súng máy cỡ nòng lớn (trọng liên) đầu tiên (13,35mm) tại Đức năm 1918, hàng loạt nước đã lao vào phát triển các loại trọng liên, và nhanh chóng đưa vào trang bị trong cả ba quân chủng hải, lục, không quân. Những cuộc không chiến trên bầu trời Tây Ban Nha giữa những năm 30 cho thấy, ưu thế trên không không chỉ do khả năng cơ động của máy bay tiêm kích, mà còn do uy lực của súng máy trên máy bay đem lại. Và cũng đã xuất hiện những súng tự động có cỡ nòng trên 15 mm dùng cho máy bay, xe chiến đấu và hạm tàu. Từ trọng liên, đã xuất hiện hàng loạt súng pháo phòng không tự động (liên thanh), được sử dụng cả trong chống máy bay lẫn đánh mục tiêu cơ động trên mặt đất.

Trong Chiến tranh Thế giới II, trên chiến trường mặt đất hỏa lực liên thanh ấn tượng đến nỗi người ta không chỉ trang bị tiểu liên cho từng người lính, mà ngay cả loại pháo mới - pháo phản lực - cũng được lắp đặt thành từng giàn để phóng loạt. Trên bầu trời, hỏa lực duy nhất trong không chiến là do súng pháo liên thanh; còn trong phòng không, không chỉ có súng máy mà còn có cả pháo cao xạ liên thanh, với cỡ nòng 37mm, thậm chí tới 57mm, mà điển hình là pháo cao xạ liên thanh S60 của Liên Xô. Tình hình này đã tạo nên cách nghĩ cho rằng, vận động chiến luôn gắn với cách đánh dựa trên mật độ hỏa lực cao; đến nỗi trong kế hoạch tác chiến, người ta còn tính toán số phát đạn cần có để diệt một mục tiêu.

Sau chiến tranh, mặc dù đã có tên lửa, song súng máy vẫn phát triển. Bên cạnh vai trò trợ chiến cho bộ binh, súng máy ngày càng được sử dụng nhiều hơn cho phòng không. Nhiều mẫu trọng liên 12,7mm được trang bị giá đa dụng, có thể bắn cả mục tiêu trên bộ lẫn trên không. Tại nhiều nước, trọng liên 12,7mm còn được đưa lên xe tăng để chống máy bay với tư cách một trang bị tiêu chuẩn. Để tăng mật độ hỏa lực, các hệ thống súng máy phòng không chuyên dùng thường được ghép 2 hoặc 4 nòng. Đã xuất hiện các mẫu xe phòng không, mang súng máy cỡ nòng lớn trên 20mm, được điều khiển bắn bằng radar, mà xe phòng không mang súng máy 4 nòng 23mm ZSU-23-4 của Liên Xô là mẫu đầu tiên. Ngay cả trên các hệ thống phòng không cơ động hiện đại, như hệ thống Divad của Mỹ, người ta cũng sử dụng hỗn hợp tên lửa phòng không tầm gần và súng máy phòng không hạng nặng 25mm.

Những năm 60, xuất hiện một loại súng máy hoàn toàn khác với quan niệm về súng máy truyền thống - đó là súng phóng lựu liên thanh, bắn đạn nổ chống bộ binh gọi là lựu phóng. Lựu phóng mới được ổn định theo nguyên lý tự xoay, do đó được bắn từ súng nòng rãnh. Tuy vậy, nó không được đẩy đi bằng thuốc phóng mà bằng thuốc nổ theo nguyên lý hai buồng nổ như với đạn cối, song có buồng cao áp gắn vào vỏ đạn chứ không gắn vào đuôi đạn như trên đạn cối thường. Nhờ không có đuôi, đạn có khối lượng nhẹ hơn, đồng thời giảm đáng kể thất tốc; đấy là chưa kể đạn mới khai thác được ưu điểm đỉnh áp suất nổ không cao của đạn cối, nhờ đó không cần nòng súng dày và nặng (Xem thêm *Súng cối*). Đến 1966 đã xuất hiện mẫu súng phóng lựu liên thanh đầu tiên Mk19 40mm do Mỹ chế tạo. Súng có khối lượng chỉ tương đương đại liên 12,7mm, song có khả năng tác xạ trong phạm vi khá rộng, 20-1.600m. Được sử dụng đầu tiên tại chiến trường Nam Việt Nam trên máy bay lên thẳng vũ trang, giang thuyền cũng như trên bộ; mặc dù không mấy phát huy hiệu quả trước chiến thuật phân tán lực lượng cũng như do tỷ lệ đạn lép khá cao, có trường hợp lên tới 40%, song súng phóng lựu liên thanh vẫn là thứ vũ khí cho phép tăng gấp bội mật độ sát thương trong phạm vi tầm súng bộ binh. Chính vì lý do này, súng phóng lựu liên thanh đã được phổ biến rộng rãi. Nhiều nước đã bắt tay vào chế tạo súng phóng lựu liên thanh, theo mẫu đã có hoặc tự thiết kế. Đáng chú ý trong số này là AGS-17 Plamya 30mm của Liên Xô/ Nga, được đưa vào trang bị từ 1975. Thậm chí, còn có ý tưởng dùng súng phóng lựu liên thanh để chống xe bọc thép nhẹ và máy bay lên thẳng, mà mẫu W87 của Trung Quốc là một điển hình. Mặc dù, do nguyên lý phóng đạn, lựu phóng có sơ tốc không cao, khoảng 250-300m/s, do đó rất hạn chế trong công kích mục tiêu bay, song đây cũng là một hướng phát triển đáng chú ý.

Nhờ phương thức quay nòng bằng điện, súng máy nòng quay Gatling lại tái sinh. Được sử dụng

đầu tiên tại Nam Việt Nam trên máy bay AC-130 và máy bay lên thẳng chi viện hỏa lực AH-1 của Mỹ, dường như súng máy Gatling 6 nòng với nhịp bắn tới 6.000 phát/phút là biểu hiện cao nhất của khuynh hướng dựa vào mật độ hỏa lực thay cho ngắm bắn chính xác. Song trong phòng không, kết hợp hỏa lực cao với ngắm bắn chính xác nhờ radar lại là một trong những giải pháp đem lại hiệu quả cao. Đã xuất hiện nhiều hệ thống phòng không dựa trên pháo nòng quay 4 đến 6 nòng. Hơn nữa, súng máy nòng quay M61 Vulcan điều khiển bằng radar còn được bố trí trên hạm tàu, không chỉ để phòng không mà cả để chống tên lửa hành trình đối hạm, một trong những mối đe dọa nguy hiểm nhất với hạm tàu.

Cuối những năm 80, xuất hiện đạn ống lồng (gồm hai lớp thuốc phóng lồng vào nhau trong hai vỏ đạn trụ tròn đồng tâm). Ngoài khả năng tạo sơ tốc đạn lớn với áp suất tương đối thấp, đạn ống lồng còn hứa hẹn tạo ra các loại súng máy và pháo liên thanh mới, vận hành theo nguyên lý bầu nòng xoay (còn gọi là nguyên lý ổ quay) dùng viên đạn nạp từ phía sau để tống vỏ đạn về phía trước. Nhờ đó có thể tạo nhịp bắn cao mà không sợ nòng nhanh mòn, không cần dùng nhiều nòng súng.

Từ những năm 90, các kế hoạch nghiên cứu định hình vũ khí bộ binh thế hệ mới phục vụ yêu cầu tác chiến Thế kỷ XXI bắt đầu được khởi thảo, trước hết tại Mỹ và NATO. Trong lĩnh vực súng máy, có thể coi vũ khí tập thể mục tiêu OCSW là một mẫu điển hình. Được phát triển trong khuôn khổ Chương trình Chiến binh lục quân, một bộ phận của Chương trình trang bị lại Lực lượng Thế kỷ XXI (FXXI LW) của Mỹ, vũ khí tập thể OCSW dự kiến có thể thay thế cho các loại súng: trung liên 5,56mm M16A2, trung liên tiểu đội 5,56mm M249, súng phóng lựu tự động 40 mm Mk 19 Mod. 3, đại liên 7,62mm M60 và trọng liên 12,7 mm Browning.

Như vậy là thời kỳ làm mưa làm gió của súng máy đã qua từ lâu. Chúng cũng không còn là vũ khí duy nhất có khả năng bắn liên thanh. Tuy nhiên, do khả năng phản ứng nhanh nhạy, tạo màn hỏa lực dày đặc và chính xác với sự hỗ trợ của radar; và cũng do chỉ tiêu hao đạn với giá thành tương đối thấp, súng máy vẫn được coi là một trong những vũ khí có hiệu quả chi phí cao nhất trong chiến tranh hiện đại và tương lai gần.

1.4. SÚNG NGẮN

Súng ngắn là một loại súng cá nhân, có nòng ngắn, nhỏ nhẹ (dưới 1kg), dùng để chiến đấu ở cự ly gần (70m trở lại). Do nòng ngắn, sử dụng một tay, súng ngắn không cần bắn chính xác ở cự ly lớn. Thay vào đó, nó thường dựa trên khối lượng để tạo động năng, và do đó thường dùng đạn đầu tày, cỡ khá lớn (9-12mm), trong đó lớn nhất là một số mẫu súng ổ quay như súng Colt 45 (12mm). Súng ngắn hiện đại có nòng rãnh, nạp đạn tự động, một số mẫu có khả năng bắn liên thanh gọi là súng ngắn liên thanh.

Tiền thân của súng ngắn là súng tay, xuất hiện từ Thế kỷ XIV. Đó là dạng súng nòng nhẵn, nạp thuốc phóng và đạn từ đầu nòng, cả đạn đơn lẫn đạn ghém. Sự xuất hiện của súng tay gắn với sáng chế ra cò súng - cơ cấu điểm hỏa cơ khí đầu tiên. Sau đấy, để tăng tốc độ bắn, đến Thế kỷ XVII đã xuất hiện súng ngắn nhiều nòng. Tới Thế kỷ XIX, sau một loạt sáng chế như thuốc súng không khói và đạn có vỏ và hạt lửa, đã xuất hiện súng ngắn ổ quay (còn gọi là súng lục) do Colt (Mỹ) sáng chế. Súng Colt dùng hộp tiếp đạn hình trụ tròn, cò súng với búa đập vừa dùng để kích nổ đạn vừa để xoay ổ đạn. Do tăng đáng kể nhịp bắn mà súng không nặng thêm và bất tiện như giải pháp nhiều nòng, đồng thời cho phép nhanh chóng bắn tiếp khi đạn lép, và nhất là không để lại đạn trên hiện trường, nên đến nay dù đã có nhiều thiết kế khác, gọn nhẹ hơn, song súng ngắn ổ quay vẫn được chế tạo và sử dụng rộng rãi, nhất là trong các hoạt động đặc biệt.

Có thể coi súng Mauser (còn gọi là súng thập hay súng pạc hoọc) sản xuất năm 1896 của Đức là mẫu súng ngắn hiện đại đầu tiên. Đây là kiểu súng ngắn lên đạn tự động (khoá nòng lùi) dựa trên năng lượng giật lùi của súng khi bắn. Nó cũng là súng đầu tiên dùng hộp tiếp đạn thẳng và dẹt, dùng cho súng ngắn cũng như súng tiểu liên sau này. Đầu Thế kỷ XX, xuất hiện một loạt sáng chế, hoàn thiện đáng kể cho kết cấu và tính năng súng ngắn. Trước tiên là kiểu súng ngắn Walter (Đức), với hộp tiếp đạn bố trí trong tay cầm, chứ không đặt trước cò súng như Mauser, nên nhẹ hơn, song không thuận tiện với đạn lớn. Tiếp đó xuất hiện kiểu súng ngắn bao nòng lùi do Browning (Mỹ) sáng chế. Bao nòng lùi với lò xo giảm giật đủ dài, cho phép cân bằng

sức giật tốt hơn, và có thể dùng với đạn lớn hơn, mạnh hơn đáng kể. Súng Browning cùng với Mauser và súng ổ quay là ba kiểu súng ngắn cơ bản được dùng phổ biến nhất trong quân đội các nước.

Để sử dụng cho các lực lượng đặc biệt, hiện có nhiều mẫu súng ngắn độc đáo, tiện ngụy trang, dễ cất giấu, cũng như sử dụng trong những môi trường đặc thù. Đó là các kiểu súng ngắn mini, giảm thanh, bắn dưới nước (cho người nhái), súng ngắn dạng lưỡi lê và các súng ám sát dạng bật lửa, bút máy...

Những mẫu súng tiểu liên đầu tiên, thực chất được thiết kế trên cơ sở súng ngắn tự lên đạn với hộp đạn dẹt, song được bắn ở thế khóa nòng mở, theo nguyên lý khóa nòng lùi.[1]

Thực ra, với cái gọi là súng ngắn liên thanh, ranh giới giữa súng ngắn và súng tiểu liên đã không còn. Hiện chúng được định danh bằng một thuật ngữ chỉ mục đích sử dụng: vũ khí tự vệ cá nhân. Một điển hình là súng tự vệ cá nhân P90, bắn đạn 5,7 mm, dùng thay cho cả súng ngắn và tiểu liên. Cách làm này được thể hiện trong các chương trình phát triển vũ khí tương lai, thí dụ, chương trình Vũ khí tự vệ cá nhân mục tiêu (OISW) của Mỹ. Theo đó, vũ khí tự vệ OISW sẽ thay thế cho các vũ khí hiện có, như cácbin 5,56mm M4 và súng ngắn 9mm M9. Tuy nhiên, những phát triển theo hướng này không loại trừ các chương trình phát triển vũ khí đặc dụng, như súng ngắn dạng lưỡi lê, súng ngắn bắn dưới nước đã nêu.

ĐẠI TÁ KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN**

2 - PHÁO

Pháo - nói đúng hơn, hỏa pháo là một thuật ngữ chỉ phạm trù hỏa khí tập thể cỡ nòng lớn, trên 20mm, dùng để tiêu diệt sinh lực và công phá các phương tiện vật chất. Được coi là phương tiện chi viện hỏa lực cơ bản, pháo là vũ khí phổ biến đứng hàng thứ hai, chỉ sau súng, trong quân đội các nước. Cùng với súng, sự xuất hiện của pháo đánh dấu bước nhảy vọt trong lịch sử phát triển của nhân loại - lần đầu tiên con người kiểm soát được năng lượng nổ - nguồn năng lượng do mình tạo ra.

Ban đầu, thuật ngữ pháo dùng để chỉ hỏa khí có nòng cỡ lớn, đẩy đạn nhờ động lực của thuốc đạn. Hiện tại, do những phát triển tự thân, họ nhà pháo được mở rộng với hàng loạt định danh khác nhau. Vẫn dùng năng lượng nổ nhưng phóng đạn theo các nguyên lý khác nhau, ta đã có pháo cối (phóng đạn hai buồng nổ), pháo không giật (cân bằng sức giật bằng lỗ thoát), pháo phản lực (phóng đạn bằng phản lực)... Với thuốc phóng ở các trạng thái khác, có pháo thuốc phóng lỏng, pháo thuốc phóng khí; với các dạng năng lượng khác, có pháo điện từ, pháo nhiệt điện hóa... Trong bối cảnh đó, pháo như cách hiểu ban đầu được gọi là pháo cổ điển.

Như vậy, pháo được chế tạo với rất nhiều kiểu loại khác nhau về nguyên lý phóng đạn, đặc điểm đường đạn, môi trường sử dụng, mục tiêu công kích,... và do đó được phân loại theo nhiều tiêu chí khác biệt, nhiều khi mâu thuẫn và luôn biến động, rất dễ gây nhầm lẫn và ngộ nhận. Chẳng hạn, theo một cách phân loại khá phổ biến đầu Thế kỷ XX, pháo được chia thành pháo cố định và pháo dã chiến. Pháo cố định, còn được định danh là pháo tháp, được sử dụng rộng rãi tại các pháo đài (với danh xưng pháo pháo đài), hạm tàu hải quân (pháo hạm tàu) và xe lửa bọc thép (pháo xe lửa); và nhìn chung được coi là họ pháo nặng nhất, có cỡ nòng lớn nhất[2]. Sự xuất hiện của các *phương tiện mang phóng* vũ khí mới như xe tăng, máy bay... nhỏ nhẹ hơn đáng kể so với hạm tàu và xe lửa bọc thép đã khiến pháo đặt trên chúng có kích cỡ nhỏ đi nhiều, làm thay đổi hẳn quan niệm về pháo cố định; nói

---

(1) Khi đạn nổ, thuốc phóng đẩy đạn khỏi nòng, trong khi khóa nòng lùi dưới sức giật của vỏ đạn, ép lên lò xo hãm lùi đẩy lên. Khi đạn ra khỏi nòng, lực giật triệt tiêu, lò xo đẩy viên đạn mới lên và kích nổ tiếp. Vì thế, chúng còn được gọi là súng ngắn liên thanh, được chế tạo và sử dụng rộng rãi từ những năm 40. Hiện có nhiều mẫu súng ngắn liên thanh mới, tự động hóa nhờ năng lượng khí trích như súng trường, không dùng đạn đầu tày mà chuyển sang đạn nhọn.

(2) Ngay những pháo hạm tàu trên tầu chủ lực ngày nay vẫn có cỡ nòng tới 406mm, tức là lớn gấp hơn 20 lần so với pháo bố trí phổ biến trên máy bay hiện đại - 20mm.

đúng hơn tạo ra những danh xưng mới: pháo tăng, pháo cơ giới và pháo tự hành.

Trong lĩnh vực pháo dã chiến, từ trước Thế kỷ XX chúng được cơ động chủ yếu bằng sức lừa ngựa (khi hành quân) và sức người (khi chiến đấu); do đó được coi là khá nhỏ nhẹ, nhất là với sơn pháo - loại pháo chuyên dùng cho tác chiến trên vùng đồi núi. Đây được coi là họ pháo kinh điển, phát triển mạnh mẽ và sử dụng rộng rãi nhất trên chiến trường lục quân. Để đáp ứng nhu cầu cân đối giữa khối lượng và hỏa lực với tổng khối lượng đã cho, đã có những giải pháp độ dài nòng và do đó đặc tính đường đạn khác nhau: pháo nòng dài (ca nông, độ dài nòng trên 30 lần cỡ), đường đạn thấp (căng) để bắn xa; pháo nòng ngắn (pháo lựu, 20-30 lần cỡ) đường đạn cao để bắn gần. Giữa hai loại pháo này còn có nhiều biến thể trung gian, được định danh là pháo lựu nòng dài và nòng dài lựu, theo nhiều tiêu chí khác nhau, tuỳ độ dài nòng và dạng đường đạn. Trong khi đó, pháo nòng cực ngắn (10-20 lần cỡ) - bích kích pháo (ở phương Tây gọi là mortir) - chuyên đánh thành đã bị loại khỏi trang bị, nhất là với sự ra đời của súng cối hay pháo cối hiện đại (mortar). Với sự phát triển của xe kéo, bánh hơi và bánh xích, cỡ nòng cũng như khối lượng của pháo dã chiến có xu hướng ngày càng tăng. Tiếp sau đó, sự phát triển của các phương tiện chuyên chở pháo không vận - cả máy bay và trực thăng, đã có tác dụng ngược lại, đòi hỏi giảm cả khối lượng lẫn kích thước pháo.

Thực ra, thuật ngữ pháo ban đầu được dùng để chỉ máy bắn đá, một vũ khí dùng nguyên lý đòn bẩy để bắn các tảng đá, gọi là đạn, đi xa hơn và có sức sát thương lớn hơn so với tên bắn từ cung nỏ. Đến Thế kỷ XIII, khi hỏa pháo đã khá phổ biến, để phân biệt, loại pháo dùng sức cơ bắp này được gọi thạch pháo (cự thạch pháo) hay sảo pháo. Có thể nói việc tìm ra thuốc phóng và thuốc nổ đen, gọi tắt là thuốc đen - một *"phụ phẩm"* do các *"chân nhân"* tạo ra từ phép luyện đan (phương thuốc trường sinh bất lão) chính là cái dẫn đến súng pháo cũng như hỏa khí nói chung. Được bắt đầu có lẽ từ thời Tần Thủy Hoàng (259-210 Tr. CN) với việc tạo ra cái bây giờ gọi là pháo thăng thiên nhờ hỗn hợp diêm tiêu và lưu huỳnh; tới Thế kỷ VI tại Trung Quốc đã tồn tại phổ biến các xưởng sản xuất *"chất cháy"* dùng trong các lễ hội cung đình. Tại Thế kỷ VII, năm 682 công thức chế tạo thuốc nổ đã được nhà giả kim thuật Tôn Tư Mặc mô tả; đến Thế kỷ IX thuốc nổ được dùng trong quân sự; và nhờ đó đến Thế kỷ XII tại Trung Quốc đã phổ biến hỏa trúc - thứ hỏa khí chế tạo bằng ống tre nhồi thuốc súng lẫn với đạn bi. Cùng thời gian này, đã xuất hiện hỏa pháo hay bác đồng bắn đạn đơn, có tầm xa hơn hẳn so với thạch pháo. Đạn pháo sơ khai được gia công từ đá, có hình cầu. Mặc dù còn nạp thuốc phóng và đạn từ đầu nòng, song bác đồng đã có lỗ dẫn hỏa cuối nòng, để điểm hỏa bằng hỏa mai (bùi nhùi). Ngay từ Thế kỷ XII, pháo đã được nhà Tống, và sau đó là nhà Nguyên sử dụng rộng rãi trên chiến trường Châu Á. Trong những cuộc viễn chinh Đại Việt Thế kỷ XIII, các đạo kỵ binh Mông Cổ không chỉ dùng ngựa cho người cưỡi mà còn để vận chuyển pháo. Việc Thoát Hoan (con trai Hốt Tất Liệt), người cầm đầu đạo quân đại bại đã phải chui vào *"ống đồng"* (tức bác đồng) chạy trốn là một minh chứng.

Cuối Thế kỷ XIV đầu Thế kỷ XV, xuất hiện thần sang cơ pháo của Hồ Nguyên Trừng tại Việt Nam - loại pháo nòng nhỏ song dài cho phép bắn xa với lực giật hậu không lớn. Với thần sang cơ pháo, lần đầu tiên hải thuyền đã có hỏa khí đạt tầm bắn xa hơn và chính xác hơn đáng kể so với nỏ và thạch pháo.

Từ Trung Quốc, thuốc súng và hỏa khí được truyền qua Trung Đông (có lẽ theo vó ngựa Mông Cổ), và mãi đến Thế kỷ XIII ở Châu Âu mới biết đến thuốc súng. Song chính tại Châu Âu, cùng với cuộc cách mạng công nghiệp, pháo đã trải qua những biến đổi mạnh mẽ nhất. Trong Thế kỷ XIV, pháo Châu Âu không khác gì pháo Trung Quốc, song có hai ngõng ở hai bên thân để cố định trên giá, với khả năng nâng hạ để thay đổi tầm xa và một càng dài dọc trục nòng, được chống xuống đất khi bắn để chống giật. Bộ giá pháo được đặt trên bệ 2 bánh cho phép cơ động pháo và chạy giật lùi khi bắn. Để tránh tác động tiêu cực của sức giật, từ Thế kỷ XV ở Châu Âu đã xuất hiện pháo nòng cực ngắn (10-20 lần cỡ), bắn với góc cao (dùng đất để chịu sức giật), chủ yếu dùng cho đánh thành như bích kích pháo ở Châu Á. Nó còn được gọi là pháo cối vì có dạng giống với cối tán thuốc. Những mẫu pháo hải quân đầu tiên cũng có kết cấu như pháo trên bộ. Tuy nhiên đến những năm 30 Thế kỷ XX, hải quân Anh đã phát triển bệ pháo 4 bánh dạng xe đầu tiên, cho phép dễ dàng chạy giật lùi khi phát hỏa và đẩy

lên lỗ châu mai để bắn tiếp. Nhờ ưu điểm đó, pháo 4 bánh đã trở thành tiêu chuẩn cho hải quân các nước Châu Âu khác và tồn tại cho đến tận cuối Thế kỷ XIX, khi xuất hiện tháp pháo trên hạm tàu. Những phát triển nhanh chóng trong lĩnh vực pháo hải quân đã tạo tiền đề vật chất cho cái gọi là "chính sách pháo hạm", khi các cường quốc phương Tây xâm chiếm một loạt thuộc địa trên Thế giới. Nước Anh, cường quốc hải quân mạnh nhất thời đó từng ngạo mạn tuyên bố, trên lãnh thổ Hoàng gia Anh *"mặt trời không bao giờ lặn"*.

Cuối Thế kỷ XVIII, xuất hiện pháo nòng rãnh cho phép bắn xa hơn 2 - 2,5 lần và chính xác hơn tới 5 lần so với pháo nòng nhẵn. Đạn đặc được thay thế bằng đạn nổ, tăng thêm uy lực nổ mảnh. Liều phóng được nạp vào nòng dưới dạng các túi liều, và sau đó, với sáng chế ra vỏ đạn kim loại, với hạt nổ và kim hỏa để kích nổ, đã xuất hiện pháo nạp đạn từ cuối nòng. Thuốc súng không khói (nitrocellulose) xuất hiện từ 1884, với năng lượng cao hơn, cho phép tăng tới 20% khối lượng đạn pháo và 40% vận tốc đầu nòng. Đến cuối Thế kỷ XIX đầu Thế kỷ XX, với sự xuất hiện của cơ cấu hãm lùi đẩy lên để tự tống vỏ đạn ra ngoài, pháo đã đạt nhịp bắn tới 5-6 phát/phút. Thời gian này, súng pháo nói chung bắt đầu được tự động hóa quy mô lớn. Hỏa lực của pháo cộng với liên thanh tác động mạnh đến nỗi triệt tiêu hẳn sức cơ động trên chiến trường, hình thành dạng thức chiến tranh hầm hào hay trận địa chiến. Cách đánh dựa trên hỏa lực chính xác trước đó, do súng pháo nòng rãnh tạo ra, dần chuyển sang dựa trên mật độ hỏa lực. Và trong tình hình đó, pháo dã chiến đã đạt tới địa vị độc tôn trên chiến trường. Trong Chiến tranh Thế giới I, chỉ riêng bẩy nước tham chiến đã chế tạo và đưa vào sử dụng tới 63.000 khẩu pháo, trong đó tới 50% là pháo lựu.

Ngay từ 1905, đã xuất hiện thêm một loại pháo mới về nguyên lý - súng cối, có tác dụng làm tăng hẳn mật độ hỏa lực pháo trên mặt đất. Với khối lượng nhỏ nhẹ cả về súng và đạn, cũng như phạm vi hỏa lực từ ngoài tầm xa nhất của súng (dưới 1.000m) đến dưới tầm gần nhất của pháo cổ điển (trên 7.000m), súng cối trở thành thứ vũ khí bổ sung hỏa lực quan trọng, nhất là với bộ binh trên chiến trường. Vì những lý do này, súng cối đã được nhanh chóng chế tạo tại nhiều nước với những kích cỡ khác nhau và được sử dụng rộng rãi trong cả hai cuộc Chiến tranh Thế giới. Ngay từ Chiến tranh Thế giới I, đã xuất hiện dạng súng cối bắn đạn trên cỡ nòng, gọi là súng phóng bom, với khối lượng bom phóng lên tới 470kg. Trong thời kỳ 1941-1945, chỉ riêng Liên Xô và Đức đã chế tạo được gần 120.000 súng cối các cỡ - trong đó tới 5/6 của Liên Xô.

Thời kỳ giữa hai Đại chiến Thế giới, hàng loạt biến động về vũ khí trang bị tác động mạnh tới những phát triển của pháo. Sự ra đời của máy bay, và sau đó của tàu sân bay, đã dần loại trừ vai trò của những loại pháo nòng dài siêu lớn (cỡ nòng tới 406mm) bố trí cố định trong pháo đài cũng như trên tàu bọc thép (thiết giáp hạm) - một thời từng được coi là biểu tượng sức mạnh của một cường quốc. Cùng với điều đó, sự phát triển của xe tăng, và tăng thiết giáp nói chung, đã không chỉ đẩy pháo xe lửa vào bảo tàng mà còn làm lung lay địa vị của các loại pháo kéo truyền thống. Bên cạnh đó, xuất hiện thêm nhiều chủng loại pháo mới. Xuất hiện pháo trên xe tăng, rồi súng và pháo trên máy bay, với những yêu cầu về pháo và đạn khác hẳn với những loại pháo đã có. Mặt khác, máy bay và trước đó là khí cầu, đã dẫn đến nhu cầu về một loại pháo mới - pháo cao xạ, chuyên chống mục tiêu trên không, không chỉ đòi hỏi vận tốc đầu nòng cao, mà còn đòi hỏi đạn chuyên dùng, có thể nổ ở độ cao xác định. Ngay từ 1918, tổng cộng đã có tới 4.200 khẩu pháo cao xạ. Tương tự, xe tăng dẫn tới pháo chống tăng, với tính năng xuyên giáp ngày càng cao, không kém gì pháo tăng, nhờ những phát triển cả về pháo và đạn.

Đầu những năm 40, thành công của súng cối đã gợi ý người ta phát triển những vũ khí mới, cho mật độ hoả lực cao với khối lượng pháo càng nhỏ càng tốt. Một trong những giải pháp cho nhu cầu này là áp dụng nguyên lý phản lực, điều cho phép hiện đại hóa vũ khí tên lửa trước đây, tạo ra đạn phản lực, và gắn với nó là pháo phản lực. Nhờ tính định hướng cao của phản lực, phương tiện phóng hay pháo theo cách gọi cũ chỉ còn chức năng định hướng, với nòng rất mỏng, ray dẫn hướng hoặc thậm chí không cần nòng. Từ đó, xuất hiện những danh xưng pháo phản lực và pháo không nòng để chỉ loại hình vũ khí pháo binh mới mẻ này (Xem thêm *Tên lửa*).

Một hướng khác là cải tiến nguyên lý phóng đạn bằng thuốc nổ với hai buồng nổ, song tìm cách triệt tiêu lực giật để có thể ngắm bắn trực tiếp vào mục tiêu. Một giải pháp là khử lực giật bằng lỗ khí phụt hậu cuối nòng, dẫn đến sự ra đời của pháo không

giật. Một giải pháp khác, chế tạo súng động phản lực, thực chất là khử giật bằng vật đối trọng, mà một trong những đại diện đáng chú ý là súng SKZ do Việt Nam tự thiết kế chế tạo từ 1949.

Trong thời kỳ Chiến tranh Thế giới II trong pháo binh còn có những phát triển đáng chú ý khác. Xe tăng với cách đánh cơ động (vận động chiến) do nó tạo ra, đã khiến vấn đề cơ giới hóa quân đội trở thành một xu thế phổ biến; mà một trong những biểu hiện là sự xuất hiện hàng loạt pháo tự hành, cả với pháo có nòng lẫn pháo phản lực. Nếu như pháo có nòng tự hành, thường đặt trên khung xe tăng đã tạo ra hỏa lực đi kèm linh hoạt, lợi hại cho các binh đoàn tăng thiết giáp và bộ binh cơ giới; thì pháo phản lực tự hành - dù chủ yếu mới đặt trên xe tải thường - đã thực sự trở thành phương tiện có khả năng tạo mật độ hỏa lực cao nhất trên chiến trường, mà một trong những đại diện là giàn pháo phản lực BM-14-17 140mm của Liên Xô, với biệt danh Katiusa nổi tiếng.

Sau Chiến tranh Thế giới II, tuy đã xuất hiện vũ khí tên lửa song pháo vẫn có vai trò quan trọng trong quân đội các nước. Sự phát triển của pháo gắn liền với sự phát triển của đạn, và đã xuất hiện những loại đạn pháo hạt nhân, hóa học và sinh học. Thời kỳ này cũng chứng kiến sự trở lại của pháo nòng xoay với nhiều nòng, có nhịp bắn tới 6.000 phát/phút, đặc biệt hữu ích trong phòng thủ chống tên lửa ở tầm cực gần, hoặc dùng trên máy bay lên thẳng để chi viện hỏa lực trực tiếp. Đây vẫn là những phát triển theo hướng dựa trên mật độ hỏa lực cao và tăng uy lực sát thương không kiểm soát đã xuất hiện từ thời Chiến tranh Thế giới I.

Các cuộc chiến tranh giải phóng, đặc biệt trong thời gian những năm 60 và 70, lại tạo đất phát triển cho những loại *"pháo tép"*, từ pháo không giật, pháo phản lực, đến súng cối, nhất là những kiểu pháo mang vác. Trong chiến tranh Việt Nam, đạn phản lực được bắn từ pháo một nòng, một biến thể của giàn pháo phản lực, thậm chí từ bệ ứng chế đơn giản, như mô đất hay nạng chống, đã được ví như *"B-52 mặt đất"*. Còn súng cối, đặc biệt là cối nhỏ, đã trở thành một vũ khí tiêu biểu của *"con nhà nghèo"*, với *"hiệu quả vượt ra ngoài tầm bắn"*.

Thời gian này, những phát triển của súng máy 20mm trên máy bay, các súng pháo phòng không có cỡ nòng 16-20mm và trên dưới 20mm và đặc biệt của các loại *"pháo tép"* nguyên lý mới đã khiến ranh giới giữa súng và pháo hầu như bị xóa nhòa. Trong lĩnh vực pháo dã chiến, niềm tự hào của pháo binh, dường như chỉ có một vài giải pháp nhỏ lẻ, chẳng hạn tăng tầm bắn cho đạn pháo nổ phá bằng bộ gia tốc phản lực hoặc đạn trích khí đáy, tăng sức xuyên cho đạn xuyên phá với đạn dưới cỡ hình tên.

Song chính lúc này, cuộc cách mạng công nghệ với công nghệ điện tử và sau đó là công nghệ thông tin đã đem lại cho pháo những khả năng mới, chẳng hạn, hệ thống C^3I pháo binh - phương tiện cho phép nhanh chóng điều khiển pháo bắn vào tọa độ đã chọn, theo phương án đã cho cũng như theo chỉ thị của trinh sát pháo binh. Một hệ quả khác của cách mạng công nghệ là chế tạo đạn pháo điều khiển chính xác. Từ những năm 80 xuất hiện hàng loạt đạn pháo điều khiển chính xác, có khả năng đánh vào mục tiêu theo chỉ thị của phương tiện chỉ chiếu mục tiêu hoặc tự tìm, với xác suất trúng đích tới 90% trên lý thuyết và 65% trong thực chiến. Trong những đạn pháo điều khiển chính xác, nổi tiếng nhất và đã được thử thách thực chiến là đạn pháo 155mm Copperhead của Mỹ và 152mm Crasnopol của Nga/Liên Xô. Với đạn pháo điều khiển chính xác, pháo đã trở thành một vũ khí công nghệ cao, tạo ra một thay đổi mang tính bước ngoặt trong sử dụng pháo binh - từ dựa trên mật độ hỏa lực cao sang dựa trên bắn chính xác. Nó cũng tạo ra một cách đánh mới - bắn tiêu diệt rồi nhanh chóng cơ động tránh phản pháo, được giới quân sự Mỹ và phương Tây gọi một cách hoa mỹ là cách đánh *"choảng và chuồn"*(1). Cũng nên lưu ý rằng, bên cạnh đạn pháo cũng đã xuất hiện đạn cối điều khiển chính xác - mà một trong những mẫu đầu tiên là đạn Strix của Anh. Với đường đạn cầu vồng vốn có, đạn cối điều khiển chính xác có khả năng đánh vào nóc xe - điểm yếu nhất trên xe tăng hiện đại. Với đạn cối như vậy, lần

---

(1) Trong chiến tranh vùng Vịnh 1991, đạn Copperhead đã được Mỹ dùng để diệt xe tăng và pháo Iraq ở cự ly 20.000m với một phát bắn từ pháo tự hành, tương đương hiệu quả của một loạt đạn pháo phản lực BM-14-17 140mm. Trong xung đột Chechnya 2000, đạn pháo Crasnopol của Nga đã được dùng từ pháo tự hành ở ngoài tầm hỏa lực quân ly khai với độ chính xác "trúng từng ô cửa sổ", cho phép diệt từng ổ đề kháng nhỏ, các mục tiêu trọng yếu mà hầu như không gây sát thương phụ.

đầu tiên có thể dùng súng cối để công kích tăng thiết giáp và các mục tiêu động (có tài liệu còn kể cả máy bay lên thẳng bay treo), một tính năng chưa từng có với súng cối truyền thống.

Cũng từ những năm 80, do những đột phá kỹ thuật và công nghệ của cuộc cách mạng công nghệ đem lại, đã xuất hiện nhiều đề án phát triển các loại pháo nguyên lý mới, gắn với vấn đề tăng vận tốc và sức xuyên nhờ động năng cho đạn pháo các cỡ trung bình và nhỏ, hay vấn đề chế tạo pháo siêu tốc. Pháo siêu tốc dự kiến dùng trong phòng không, chống tăng, đối hạm, chống tên lửa trên mặt đất, và thậm chí để chống vệ tinh và tên lửa khi đặt trên vũ trụ. Thực ra, chế tạo pháo siêu tốc là một vấn đề đã được đặt ra ngay từ đầu Thế kỷ XX, song dường như đến lúc này mới hội đủ những điều kiện cần thiết về công nghệ. Một trong những hướng như vậy là phát triển pháo điện từ, dùng năng lượng điện từ qua cuộn dây (pháo từ cảm) hoặc cặp dây dẫn điện (pháo từ ray) để phóng đạn với vận tốc cực cao (siêu tốc), theo tính toán có thể lên tới trên 36.000m/s (tức là trên 30 lần vận tốc truyền âm trong không khí) và có thể đưa đạn đi xa trên 1.000km trong điều kiện vũ trụ. Được nghiên cứu trong khuôn khổ các chương trình phát triển cả cho pháo mặt đất lẫn trên vũ trụ (chẳng hạn, trong khuôn khổ chương trình SDI của Mỹ), song việc hiện thực hóa pháo điện từ gặp quá nhiều bế tắc, mà một trong đó là vấn đề phát triển vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao, một bảo bối để tránh hồ quang và ăn mòn nòng pháo *(Cho đến nay vẫn chưa thể tạo ra được các chất siêu dẫn làm việc ở nhiệt độ trong phòng)*. Một hướng khác dường như có tính khả thi hơn là phát triển pháo thuốc phóng lỏng, đặc biệt khi dùng ngay chính nhiên liệu chạy xe để phóng đạn. Nhờ dùng thuốc phóng lỏng, pháo có nhiều ưu điểm đáng kể, như giảm hẳn chớp lửa đầu nòng, giảm áp suất đỉnh trong nòng (điều khiển khối lượng nòng pháo tăng đáng kể); và đặc biệt, không cần vỏ đạn và cho phép bố trí khoang đạn một cách linh hoạt. Các dự án phát triển pháo thuốc phóng lỏng có những tiến bộ đáng kể, trong đó đáng chú ý nhất là công nghệ điểm hỏa điện, cho phép tích hợp điện năng với hóa năng của thuốc phóng. Song, do nhiều nguyên nhân, một trong đó là hầu như không thể kiểm soát nổi độ đồng đều của đường đạn do biến đổi nhiệt độ nòng khi bắn, nên cho đến nay pháo thuốc phóng lỏng vẫn chưa thành hiện thực. Và nói chung, vấn đề chế tạo pháo siêu tốc vẫn gặp những trở ngại hầu như không thể khắc phục, về tài chính cũng như về kỹ thuật và công nghệ (xem thêm *Pháo vũ trụ*).

Tuy nhiên, khả năng tạo sức xuyên đủ mạnh cho pháo cỡ nhỏ đặt trên xe và máy bay lại đến từ một trong những giải pháp khá bảo thủ và tương đối rẻ tiền. Đó là chế tạo đạn bằng urani nghèo, nói chính xác hơn chế tạo đạn từ hỗn hợp urani đã làm nghèo, tức là đã tách đồng vị urani 235. Có tỷ trọng tương đương wolfram - một vật liệu đang được sử dụng phổ biến làm lõi đạn xuyên, song urani nghèo có sức xuyên cao hơn đáng kể, do phản ứng nhiệt áp - phản ứng sinh nhiệt khi va chạm, có tác dụng làm chảy mềm phần tiếp giáp giữa urani nghèo với thép và các vật liệu khác. Nhờ đó, đạn urani nghèo có sức xuyên cao hơn đáng kể so với đạn xuyên wofram (còn giáp urani nghèo có sức chịu xuyên lớn hơn đáng kể so với vỏ giáp thường). Do urani nghèo là một phụ phẩm của công nghệ hạt nhân, được tách bỏ như là một chất phế thải công nghiệp, nên đạn urani nghèo có giá rất hạ. Trong thực chiến, pháo 30mm trên xe bọc thép chở quân M2/M3 Bradley, và thậm chí cả pháo 30mm Gau-80 trên máy bay cường kích A-10A đã xuyên thủng cả vỏ giáp xe tăng T-74 - một trong những xe tăng tiên tiến trên Thế giới. Tuy nhiên, việc chế tạo và sử dụng đạn urani nghèo đang vấp phải khá nhiều phản đối, mà một trong những nguyên nhân là những hậu quả nguy hiểm của nó, được báo chí nhắc đến bằng thuật ngữ "hội chứng vùng Vịnh"(1).

Cho đến nay, pháo vẫn được khẳng định là phương tiện hỏa lực trợ chiến cơ bản, có tỷ lệ hiệu quả chi phí cao nhất trong số những vũ khí hiện có. Đã và đang xuất hiện nhiều chương trình chế tạo pháo cũng như đạn pháo tương lai. Chẳng hạn, Mỹ đã có chương trình chế tạo pháo rôbôt - một hệ thống pháo và điều khiển từ xa, có thể vận chuyển bằng máy bay lên thẳng hoặc thả dù xuống khu vực chiến đấu. Về đạn pháo, đáng chú ý là các chương trình phát triển đạn ống lồng đã và đang được thực hiện tại nhiều nước trên Thế giới. Trong đạn ống lồng, thuốc phóng được bố trí trong vỏ đạn hai lớp lồng vào nhau, lớp trong được điểm hoả trước và cháy lan sang lớp ngoài từ phía đầu nòng. Nhờ đó,

(1) Được xác định là hội chứng nhiễm phóng xạ, với những triệu chứng nhức đầu, đau nhức, mệt mỏi kéo dài và những hậu quả nguy hiểm khác.

giảm được hiện tượng chớp lửa đầu nòng do thuốc pháo cháy dở; và đặc biệt, áp suất trong lòng nòng tồn tại lâu hơn, tăng công năng đẩy đạn - trong khi đỉnh áp suất giảm đáng kể, cho phép giảm khối lượng nòng pháo. Áp suất buồng nòng giảm còn cho phép chế tạo pháo buồng nòng xoay, hoạt động theo nguyên lý tương tự nguyên lý ổ quay đã thực hiện trên súng ngắn.

Trong các chương trình phát triển pháo, cũng phải để cập tới một công trình đặc biệt, gây nhiều chú ý trên dư luận Quốc tế. Đó là chương trình siêu pháo Babylon PC-2 của Iraq, bắt đầu từ 1981, kết thúc trên thực tế vào tháng 3.1990, với việc Gerald Bull - tác giả sáng chế người Canada kiêm tổng công trình sư của dự án - bị ám sát, và cuối cùng bị phá huỷ sau Chiến tranh vùng Vịnh 1991. Mục tiêu của dự án là chế tạo một khẩu pháo khổng lồ, có cỡ nòng 1.000mm, gồm nhiều đoạn, dài tổng cộng 156m, có khả năng bắn đạn 600kg đi xa tới 1.000km, hoặc một đầu đạn có rocket bổ trợ lên quỹ đạo vũ trụ. Trước đó, một bộ phận của dự án, với bí danh Baby Babylon đã được thực hiện với việc chế tạo và lắp đặt một siêu pháo nhỏ hơn, với nòng có đường kính 350mm và dài 45m. Siêu pháo Iraq có thể được dùng để phóng vệ tinh diệt vệ tinh lên quỹ đạo, hoặc theo cáo buộc của Mỹ, có thể dùng để phóng đạn mang tác nhân sinh học, hóa học hoặc đầu đạn hạt nhân sang lãnh thổ các nước khác.

Trên thực tế, vấn đề chế tạo pháo có khả năng đưa tải trọng lên vũ trụ không phải được thực hiện đầu tiên tại Iraq, và cũng không phải mãi đến 1981 mới có. Nó đã được khởi đầu ngay từ 1965, trong khuôn khổ một dự án hợp tác giữa Mỹ và Canada, gọi là Dự án nghiên cứu độ cao lớn hay Dự án HARP. Cuối năm 1967, dự án bị chấm dứt do phía Mỹ ngừng cấp kinh phí, mặc dù đã tiến triển đến giai đoạn phát triển các tên lửa phóng từ pháo để đưa tải trọng lên vũ trụ. Được coi là nỗ lực ấn tượng nhất từng có và duy nhất từng thành công nhằm tạo ra pháo vũ trụ, Dự án HARP có tác dụng đột phá trong việc phát triển công nghệ tên lửa phóng từ pháo, cũng như trong phát triển các sensor và phương tiện điều khiển điện tử chịu được gia tốc lớn tới 10g (*10 lần gia tốc trọng trường*); mà kết quả là lục quân Mỹ chế tạo thành công đạn pháo điều khiển chính xác Copperhead.

Các chương trình pháo siêu tốc đã nêu cũng nhằm mục tiêu đầy tham vọng là dùng pháo đưa tải trọng lên vũ trụ. Trên lý thuyết, pháo cuộn dây có thể cho vận tốc đầu nòng 39.600km/h, pháo từ ray có thể đạt 36.000km/h. Ngoài ra, còn có dự án chế tạo bộ gia tốc dòng thẳng do Đại học Tổng hợp Washington đưa ra năm 1988, hiện đã đạt vận tốc đầu nòng 4.320km/h. Song, việc dùng pháo phóng tải trọng vũ trụ vẫn gặp nhiều khó khăn không thể vượt qua, như thất tốc lớn (tới 20% ngay trong 16m đầu tiên sau khi rời nòng) và quá nhiệt do ma sát với khí quyển. Cho đến nay, thực tế chưa có dự án pháo vũ trụ nào ra khỏi cánh cửa phòng thí nghiệm (Xem thêm *Pháo vũ trụ*). Tuy nhiên không loại trừ trường hợp từ chúng lại dẫn đến những vũ khí pháo binh mới, mà đạn pháo laser Copperhead là một điển hình.

2.1. ĐẠN PHÁO DƯỚI CỠ NÒNG

Đạn pháo dưới cỡ nòng thường - gọi tắt là đạn pháo dưới cỡ (subs core profectile, subcaliber) - là loại đạn pháo cơ bản, có đường kính phần sát thương (lõi đạn) nhỏ hơn cỡ nòng của pháo.

Thực tế, đạn dưới cỡ là một dạng đạn pháo xuyên thép bằng động năng. Nó không mang lượng nổ mà sát thương bằng một lõi đạn nặng, cứng, va đập vào mục tiêu với vận tốc lớn.

Lõi đạn có đường kính nhỏ hơn đạn đủ cỡ 2-3 lần, được chế tạo từ một hợp kim đặc biệt, cứng, tỷ trọng cao. Bao lấy lõi đạn là bộ dẫn hướng (guốc, ốp hoặc đai dẫn) làm bằng kim loại nhẹ hoặc chất dẻo để giữ cho đạn đi đúng hướng trong nòng pháo.

Do giảm cỡ, dẫn đến giảm khối lượng, vận tốc đầu nòng của đạn lớn hơn so với đạn đủ cỡ. Mặt khác, do thiết bị dẫn hướng thường tách khỏi lõi đạn trong quá trình bay, làm giảm tiết diện ngang, giảm lực cản chính diện, nên tầm bắn cực đại (tầm bắn thẳng lớn nhất) được tăng lên rất nhiều, đồng thời thời gian bay tới mục tiêu giảm đáng kể. Đạn dưới cỡ có khả năng xuyên giáp và xác suất diệt mục tiêu di động (máy bay, xe tăng...) lớn hơn nhiều so với đạn pháo đủ cỡ.

Trong Chiến tranh Thế giới II, quân đội nhiều nước đã trang bị đạn dưới cỡ, chủ yếu là đạn chống tăng và phòng không. Thời gian này người ta dùng đạn dưới cỡ có đai dẫn gắn liền với lõi xuyên, đạn được ổn định bằng phương pháp xoay và được bắn

từ pháo nòng rãnh. Thiết bị dẫn hướng chỉ bị phá vỡ khi đạn chạm mục tiêu, còn lõi đạn (thường bằng carbite wolfram với phụ gia niken) là tác nhân gây sát thương. Ngoài ra, loại đạn dưới cỡ có nón dẫn bị nén, ổn định bằng phương pháp quay, cũng được phát triển dùng cho pháo nòng côn (là pháo nòng rãnh có đường kính nhỏ dần về phía đầu nòng) nhằm tăng vận tốc đầu nòng. Để cải tiến đặc tính khí động khi bay, đạn có vỏ dạng khí động hoặc được lắp thêm chóp gió; còn để tăng khả năng sát thương khi chạm mục tiêu, chúng được lắp thêm chóp trượt. Tuy nhiên, các kiểu đạn này cùng có chung một nhược điểm là, do hệ số đường đạn (ngoại phao) lớn, đạn bị mất tốc độ rất nhanh trên đường bay. Tầm bắn hiệu quả của đạn chỉ đạt trung bình 1.500 m. Hơn nữa, trong khi bay, thực tế chúng vẫn là những viên đạn đủ cỡ và chỉ khi va đập vào vỏ giáp mới trở thành đạn dưới cỡ.

Đạn dưới cỡ hiện đại có hình mũi tên, ổn định bằng cánh đuôi, bắn từ pháo nòng nhẵn. Nhiều tài liệu còn gọi đó là đạn xuyên ổn định bằng cánh đuôi có ốp giữ tự huỷ (APFSDS) hay đạn động năng (đạn KE). Đạn có lõi cứng hình mũi tên, có chiều dài gấp 6- 10 lần đường kính. Ốp giữ đạn gồm hai nửa, ngăn cách nhau bằng chất dẻo, tự văng đi khi đạn rời khỏi đầu nòng. Do lực cản chính diện nhỏ, đạn hình mũi tên có đặc tính khí động tốt và có tác dụng xuyên bằng động năng mạnh hơn hẳn các kiểu đạn dưới cỡ khác. Người ta còn chế tạo lõi đạn bằng urani nghèo. Khi lõi đạn va chạm vào vỏ giáp thì sinh nhiệt lớn (900 – 1300 °C) làm tăng đáng kể hiệu quả sát thương của đạn.

Trong cuộc Chiến tranh vùng Vịnh (8/1990 đến 2/1991), đạn dưới cỡ hình tên đã được sử dụng phổ biến trên pháo tăng của liên quân. Chính những đầu đạn chứa urani này là nguyên nhân gây ra "*Hội chứng vùng Vịnh*" bí hiểm cho lính Mỹ.

2.2. PHÁO VŨ TRỤ

Năm 1990, trong không khí nóng dần với cuộc chiến vùng Vịnh đang đến, người ta chợt nghe tin một vụ ám sát giữa lòng Châu Âu. Gerald Bull - một nhà chế tạo pháo nổi tiếng người Canada đã bị ám sát ngay trước cửa nhà riêng tại Brussels Bỉ. Sau chiến tranh vùng Vịnh, người ta dần nghe nói đến cái gọi là chương trình siêu pháo Babylon tại Iraq, mà G. Bull vừa là nhà sáng chế, vừa là tổng công trình sư và "cha đẻ tinh thần". Đây là những khẩu pháo khổng lồ, có cỡ nòng tới 1.000mm, dài 156m, có thể phóng đạn 600kg đi xa 1.000km, hoặc phóng đạn có rocket bổ trợ lên vũ trụ. Theo một số cáo buộc, siêu pháo Iraq được dùng để phóng đạn mang tác nhân sinh học, hóa học hoặc đầu đạn hạt nhân sang lãnh thổ nước khác; và do đó tại Trung Đông, dường như nó là mối đe dọa trực tiếp với Ixraen. Vì còn có thể được dùng để phóng vệ tinh diệt vệ tinh, siêu pháo Iraq được coi là mối đe dọa đối với các vệ tinh do thám Hoa Kỳ. Hơn nữa, siêu pháo Iraq hứa hẹn sẽ là phương tiện phóng tải trọng vũ trụ bằng pháo đầu tiên và rẻ tiền nhất loài người từng biết đến; và vì thế, nó cũng là mối đe dọa cho nền công nghiệp hàng không vũ trụ hùng mạnh của các cường quốc phương Tây - nhất là Mỹ. Phải chăng đó là nguyên cớ sâu xa khiến Bull phải chết? Vậy thực chất vấn đề pháo vũ trụ ra sao?

Ý tưởng đưa vật thể lên vũ trụ đã có từ xa xưa, song việc chứng minh tính hiện thực của nó được nêu ra lần đầu vào Thế kỷ XVII, trong luận thuyết toán học và vật lý cổ điển của Isaac Newton ở cuốn ***Nguyên lý toán học***. Thực ra Newton chỉ đề cập đến vấn đề có thể dùng một khẩu pháo đặt trên đỉnh núi, nếu có liều phóng đủ lớn, bắn một quả đạn đủ sức bay vòng quanh trái đất. Đây chỉ thuần tuý là một minh họa về cơ học quỹ đạo sơ cấp. Tuy nhiên, trong Thế kỷ XIX, việc đưa người lên mặt trăng đã được nhà văn viễn tưởng Jules Verne hình dung bằng cách dùng một khẩu pháo khổng lồ.

Thực ra, khẩu pháo khổng lồ của Jules Verne là không thể có thực, song nó cho phép hình dung ra những khó khăn gì gắn với ý tưởng dùng pháo phóng người lên không gian. Khác với tên lửa, đạn pháo bị tổn thất năng lượng liên tục sau khi phóng; nghĩa là để bù trừ thì pháo phải có vận tốc đầu nòng cực lớn. Vì khẩu pháo vũ trụ chỉ có thể có nòng dài hữu hạn, nên đạn phải chịu gia tốc lớn gấp hàng ngàn lần gia tốc trọng trường. Vận tốc đầu nòng lớn còn có nghĩa, đạn sẽ phải chịu ma sát lớn và do đó bị quá nhiệt khi bay xuyên qua vùng khí quyển dày đặc gần mặt đất.

Dẫu sao, khẩu pháo Thế kỷ XVII quá thô sơ không thể đưa tải trọng lên quỹ đạo Trái đất theo một đề án nghiêm túc. Tuy nhiên, bước sang Thế kỷ

XX các công trình phát triển pháo lớn, uy lực cao đã diễn ra nhanh chóng.

Pháo Paris hay Wilhelmgeshuetze là khẩu pháo có tầm bắn xa chưa từng có, do Đức phát triển thành công năm 1918. Nó có nòng cỡ 375mm, dài 30m. Pháo Paris bắn đạn 106kg, tạo ra gia tốc 7.500g (g - gia tốc trọng trường) và vận tốc đầu nòng tới 6.000km/h, tầm bắn cực đại 126km, với độ cao đỉnh quỹ đạo 42km.

Mặc dù, những khẩu pháo tương tự được sử dụng cho đến tận Thế chiến II, song những phát triển tên lửa và máy bay đã cho phép đưa bom đạn đi xa hơn với phương thức hiệu quả hơn nhiều, và vì thế việc phát triển những khẩu pháo lớn hơn và mạnh hơn đã chấm dứt. Tuy nhiên nó cho thấy rằng có tiềm năng dùng pháo lớn để phóng tải trọng vũ trụ. Vận tốc đầu nòng của một khẩu pháo dùng thuốc súng không khói (nitrocellulose) cũng đủ sức phóng những trạm thăm dò khí quyển nhỏ lên các độ cao đủ lớn.

Dự án HARP. Năm 1981, ngay sau khi bùng nổ chiến tranh với Iran, chính phủ Iraq đã cho chuyên cơ đón G. Bull về để tiến hành Dự án Babylon PC-2 - mật danh của chương trình chế tạo pháo vũ trụ của nước này. Song thực ra ý tưởng chế tạo pháo vũ trụ của Bull đã nảy sinh từ lâu. Khi thực hiện dự án tên lửa Velvet Globe (*nghĩa là Găng tay nhung, ngạn ngữ phương Tây ám chỉ bàn tay sắt bọc nhung*) ông nhận ra rằng, nếu được đóng gói đúng cách, thì khí tài quan trắc và các thiết bị điện tử tinh vi hoàn toàn có thể hoạt động tốt sau khi được bắn đi từ pháo. Khi được chọn làm người đứng đầu một dự án chung giữa Mỹ và Canada, gọi là Dự án nghiên cứu độ cao lớn hay Dự án HARP, Bull bắt đầu có điều kiện kiểm chứng nhận định này. Là một chuyên gia chế tạo pháo tài năng; để phóng tải trọng lớn đi xa ngàn dặm với lực đẩy đủ mạnh, ông đã đưa ra ý tưởng chế tạo một khẩu pháo độc đáo, gồm nhiều buồng nổ đặt kế tiếp nhau. Trong Dự án HARP, siêu pháo đã được chế tạo bằng cách hàn nối một cặp 16 nòng pháo thiết giáp hạm 406mm (16 inch) tạo thành một nòng dài khoảng 30m. Vào 19/11/1966, quả đạn dưới cỡ đầu tiên, gọi là đạn Martlet, đã được phóng lên độ cao 180km nhờ pháo này. Tổng cộng có khoảng 200 quả Martlet đã được bắn đi bằng pháo 406mm từ đảo Barbados trên vùng biển Caribbean, với các tải trọng khác nhau, kể cả các phương tiện phóng rải hóa chất và thiết bị quan trắc bền hóa. Đạn nhỏ hơn được phóng từ các pháo 127mm (5inch) và 178mm (7inch) tới độ cao khoảng 75km. Tổng cộng có khoảng 570 quả đạn pháo được phóng trong quá trình thực hiện Dự án HARP.

Đồng thời với việc phóng đạn lên không, nhóm dự án còn phát triển rocket phóng từ pháo để đưa tải trọng lên quỹ đạo. Trong số này, đáng chú ý là đạn Martlet 4 - một rocket mang nhiều tầng phóng từ pháo có khối lượng phóng 1,2 tấn và mang tải trọng 90kg lên quỹ đạo gần Trái đất (quỹ đạo LEO), với vận tốc đầu nòng 5.400km/h. Nhóm cũng cân nhắc một thiết kế rocket 3 tầng có thể đưa 295kg lên một quỹ đạo 185km khi dùng toàn thuốc phóng rắn, hoặc đưa 590 kg lên một quỹ đạo 1.100km khi dùng toàn thuốc phóng lỏng. Phương tiện mang này sẽ được phóng từ một pháo 813mm (32inch). Hoạt động phát triển đạn phóng từ pháo đã phát triển tới giai đoạn chứng minh được khả năng sống sót của các phân hệ ở gia tốc tới 10.000g, trong đó có rocket thuốc phóng rắn, sensor hồng ngoại, acquy niken-cadmi và những môđun điện tử bảo đảm khác nhau. Cuối cùng, nhóm đã tập trung vào một biến thể phóng bằng rocket, gọi là Martlet 2 G-1, như là phương án tối thiểu cho đạn Martlet 4 đầy tham vọng. Martlet 2 G-1 sẽ có khả năng đưa một tải trọng 2kg lên quỹ đạo LEO - một phương tiện tuyệt hảo để trình diễn khả năng dùng pháo phóng *"vệ tinh nano"*. (Xem thêm *Vệ tinh*).

Song tới năm 1967 chương trình đã bị đình chỉ, do hết kinh phí và không được tài trợ tiếp. Chính phủ Mỹ đã có cái họ cần - cách chế tạo và đóng gói các cấu kiện cơ khí và điện tử chịu được gia tốc lớn - điều kiện tiên quyết để chế tạo đạn pháo điều khiển chính xác. Mặc dù vậy, HARP vẫn là nỗ lực nghiên cứu ấn tượng nhất từng có và dường như là dự án duy nhất đã từng thành công về khả năng chế tạo pháo vũ trụ.

Dự án Babylon là một kế thừa mở rộng của Dự án HARP, khởi đầu từ 1981 cho tới 1990, khi Gerald Bull bị sát hại. Nòng pháo cỡ 1.000mm gồm nhiều đoạn được chế tạo tại Anh theo một hợp đồng về hai tổ hợp hóa dầu, các cấu kiện khác được đặt mua tại

Anh, Tây Ban Nha, Hà Lan và Thụy Sỹ. Năm 1987 Iraq mua cả một nhà máy tại Trung Đông, có máy công cụ và phần mềm gia công chính xác để phục vụ chương trình. Với tư cách một bộ phận của Dự án Babylon, Bull còn chế tạo một siêu pháo nhỏ, mang mật danh Babylon Bé, có cỡ nòng 350mm. Năm 1989, nó đã được đặt tại Jabal Hamrayn, cách Baghdad 150km, dọc một sườn núi với góc ngẩng khoảng 45°. Theo một quan chức cao cấp Iraq phản bội, *"Siêu pháo sẽ được dùng để tiến công tầm xa, cũng như để làm mù vệ tinh gián điệp, chẳng hạn, bằng cách tiếp cận vệ tinh và cho nổ bung một vật liệu dính".*

Ba tuần lễ sau cái chết của Bull, hải quan Anh đã bắt giữ được những cấu kiện của một khẩu pháo cực kỳ lớn đang sắp được chuyển tới Iraq, trông như những bộ phận của một tẩu thuốc khổng lồ. Sau Chiến tranh vùng Vịnh 1991, các thanh sát viên Liên Hợp Quốc tại Iraq đã phát hiện được cả khẩu siêu pháo nhỏ lẫn các chi tiết của siêu pháo 1.000mm.

Pháo dùng thuốc phóng không khói (nitrocellulose) thường chỉ đạt vận tốc đầu nòng rất hạn chế, vì thế đã có những nghiên cứu được tiến hành nhằm tìm ra các phương án khác.

Pháo khí nhẹ là một trong những lựa chọn như thế. Pháo khí nhẹ được sáng chế trong thời hậu chiến như là một phương tiện để tiến hành thực nghiệm siêu âm cao với các mẫu thiết kế phần trở lại khí quyển mang đầu đạn tên lửa đường đạn vượt đại Châu, cũng như để nghiên cứu những nguy hiểm của mảnh vụn vũ trụ đối với tàu vũ trụ.

Việc tạo vận tốc cao trong pháo đòi hỏi một thứ khí có vận tốc nổ cao, tạo ra áp suất lớn trên đáy đạn qua một nòng dài. Do vận tốc nổ biến thiên tỷ lệ nghịch với bình phương phân tử lượng và tỷ lệ thuận với nhiệt độ khí, nên khí nóng phân tử lượng thấp sẽ tạo ra một thuốc phóng tuyệt vời cho pháo vũ trụ. Pháo khí dùng một piston để nén nhanh một nguồn khí hêli. Nguồn khí được chặn không cho thoát khỏi pháo nhờ một màng; khi màng bị phá vỡ, khí nóng giãn nở nhanh và đẩy đạn khỏi nòng. Pháo khí nhẹ dùng hydro thay cho heli, hy vọng sẽ có tính năng tốt hơn.

Đã có một số chương trình nghiên cứu pháo khí nhẹ. Đáng kể nhất là chương trinh của John Hunter thuộc Labo Quốc gia Lawrence Livermore của Mỹ. Hiện Hunter đang đề xướng một kế hoạch pháo khí nhẹ thương mại, gọi là Bệ phóng Jules Verne, để đưa các tải trọng nhỏ lên quỹ đạo.

Pháo điện từ là một trong những công nghệ hứa hẹn nhất cho pháo vũ trụ. Hoạt động nghiên cứu đã được tiến hành theo hai cách tiếp cận khác nhau: pháo ray và pháo cuộn dây.

Pháo ray gồm một cặp ray đồng, gá trên nòng cách điện, với các ray nối với một nguồn cao dòng chuyển mạch nhanh. Một bộ ứng điện đặt trên đạn được bắn sẽ khép kín mạch điện, tạo từ lực đẩy đạn khỏi nòng. Bộ ứng điện này thực tế thường là một hồ quang plasma được kích lửa từ đáy đạn.

Với dòng điện cường độ cao như vậy, việc đóng ngắt mạch trong thực tế là khá phức tạp. Pháo ray bị ăn mòn ray chỉ sau vài lần phóng, và những thiết kế dựa trên cung hồ quang plasma dẫn điện gặp nhiều khó khăn do tạo ra cung hồ quang không thể kiểm soát xung quanh đạn hoặc đầu nòng. Đã xuất hiện những thiết kế pháo có khả năng đẩy đạn 10kg với vận tốc tới 36.000km/h, song tới nay pháo ray vẫn chỉ giới hạn ở những hệ thống thí nghiệm trong phòng với vận tốc đầu nòng không quá 21.000km/h.

Pháo cuộn dây về thiết kế mang tính trực cảm hơn. Pháo gồm một loạt cuộn dây xung điện từ, có tác dụng gia tốc cho đạn. So với pháo ray, chúng phức tạp hơn về cơ khí, song vì không có tiếp xúc giữa đạn và cuộn dây nên tránh được những vấn đề ăn mòn và cung hồ quang như pháo ray.

Các phương tiện phóng siêu trọng trên cơ sở pháo cuộn dây đã được cân nhắc cho việc phóng tải trọng từ mặt trăng, ít nhất từ những năm 60, và những mô hình quy mô nhỏ đã được chế tạo từ hàng chục năm. NASA đã thiết kế một pháo cuộn dây có khả năng đạt vận tốc phóng tới 39.600km/h; một biến thể của nó có thể đẩy rocket với vận tốc tới 36.000km/h, cho phép đưa một tải trọng 150kg lên quỹ đạo gần trái đất (LEO).

Tuy nhiên, tới nay pháo cuộn dây đã thua kém hẳn pháo ray về tính năng. Một nhược điểm đáng kể của cả hai loại pháo điện từ, ray và cuộn dây, là với bất kỳ ứng dụng nào chúng đều cồng kềnh và rất tốn kém.

Bộ gia tốc dòng thẳng là một phương án mới về pháo vũ trụ, do Abraham Hertzberge và cộng sự tại Đại học Washington đề xuất từ 1988.

Bộ gia tốc dòng thẳng gồm một ống dài bịt kín, nạp đầy một hỗn hợp nhiên liệu và chất oxy hóa, như hydro và oxy. Quả đạn giống như thân động cơ phản lực tĩnh được bắn vào ống với vận tốc khoảng 3.600km/h, làm kích nổ hỗn hợp và được đẩy khỏi nòng. Hoàn toàn có thể gia tốc cho đạn theo một vài chế độ khác nhau bằng cách thay đổi hỗn hợp nhiên liệu-chất oxy hóa trong những đoạn ống khác nhau, được cách ly bằng các màng chắn mà đạn phá vỡ khi tăng tốc trong ống.

Trong khi đã có những dự án chế tạo các bộ gia tốc dòng thẳng để phóng đạn cỡ một tấn nhằm vận tải hàng lên quỹ đạo LEO, song đến nay chúng vẫn ở giai đoạn trong phòng thí nghiệm. Nhóm Đại học Washington hiện đang vận hành một bộ gia tốc dòng thẳng ba tầng, đường kính 120mm, để phóng đạn 4,3kg với vận tốc đầu nòng 4.320km/h.

Mọi phương án pháo vũ trụ đều phải đối mặt với những khó khăn y như khẩu pháo Mặt trăng của Jules Verne đã gặp. Bất kỳ quả đạn nào khi rời đầu nòng pháo vũ trụ cũng đều lập tức bị tổn thất năng lượng, nghĩa là nó có vận tốc cao nhất trong phần đường bay xuyên qua vùng khí quyển dầy đặc. Vì thế, đạn phải có khả năng chịu gia nhiệt do ma sát và phải tăng vận tốc đầu nòng để bù thất tốc mà đạn sẽ chịu. Một tính toán đơn giản cho thấy, với vận tốc đầu nòng 39.600km/h ở mức mặt biển đạn sẽ bị thất tốc 20% và mất một phần đáng kể áo bảo vệ nhiệt ngay trong *16m bay đầu tiên.*

Một cách để giảm thiểu các tổn thất này là phóng đạn từ đỉnh núi. Tính toán cho thấy, nhu cầu năng lượng phóng giảm tới một phần ba nếu pháo được đặt trên đỉnh núi cao 4,6km.

Tuy nhiên, phóng tải trọng lớn bằng pháo vũ trụ đòi hỏi năng lượng cực kỳ cao. Vì thế thích hợp hơn cả, là phóng nhiều tải trọng nhỏ bền vững hóa. Chùm *"vệ tinh nano"* cho truyền tin hoặc những ứng dụng tương tự có thể được đưa lên quỹ đạo với đơn giá khá hạ, khi dùng pháo vũ trụ làm *"tầng đầu"* để phóng một rocket mang. Quả đạn như vậy sẽ nặng khoảng 1 tấn và mang được khoảng 60kg tải trọng; được phóng với vận tốc đầu nòng cỡ từ 9.000 tới 14.000km/h.

Cho đến nay chưa từng có một công nghệ pháo Vũ trụ được nghiên cứu nào có quy mô này, và để tạo được bước đột phá đòi hỏi phải có những khoản đầu tư cơ bản đáng kể để thực hiện các cuộc phóng với nhịp độ cao trong một khoảng thời gian dài. Ước mơ của Gerald Bull về việc dùng pháo đưa tải trọng lên vũ trụ vẫn chưa thành hiện thực.

ĐẠI TÁ KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN**

2.3. SÚNG CỐI

Súng cối - còn được gọi là pháo cối - là loại hỏa khí phóng đạn theo nguyên lý hai buồng nổ, góc bắn cao, thường có nòng nhẵn và nạp đạn từ đầu nòng. Là một sáng chế của Thế kỷ XX, súng cối là một trong những họ vũ khí nguyên lý mới đầu tiên, đồng thời là họ vũ khí mới được sử dụng rộng rãi nhất và có nhiều tiến hóa nhất.

Khác với súng pháo thông thường, súng cối đẩy đạn bằng thuốc nổ mạnh, vốn chỉ được dùng cho các loại lượng nổ quân dụng (bom, mìn, đạn pháo, lựu đạn, bộc phá và thủ pháo,...). Đỉnh áp suất nổ của thuốc nổ rất cao, dễ phá vỡ nòng đã được giảm đi bằng cách dùng hai buồng nổ, buồng cao áp đặt lượng nổ, và buồng hạ áp để chứa khí thuốc phóng đạn.[1]

Do áp dụng nguyên lý hai buồng nổ, nên chỉ cần một lượng nổ tương đối nhỏ để phóng đạn, còn ít thuốc cháy không hết; dễ thay đổi tầm bắn bằng các liều phụ hình xuyến, và nhất là không đòi hỏi nòng dày. Góc bắn cao, ngoài việc cho phép tác xạ ở tầm cực gần, diệt sinh lực sau vật cản, trong hầm hào và tạo phân bố mảnh tối ưu (tỏa tròn), còn cho phép dùng nền đất để hấp thụ sức giật, do đó không cần những cơ cấu giảm hoặc chống giật như ở pháo cổ điển. Còn phương thức nạp đạn nguyên khối từ miệng nòng, cho phép giảm thiểu buồng đạn và cơ cấu điểm hỏa. Vì những nguyên nhân đó, súng cối có nhịp bắn cao, khối lượng nhẹ (cả đạn lẫn súng), dễ vận chuyển, mang vác và thao tác; dễ chế tạo, giá thành hạ hơn đáng kể so với bất cứ loại pháo

---

(1) Theo đó, lượng nổ đẩy đạn được bố trí trong một buồng nổ nhỏ gọi là buồng cao áp, gắn liền với đuôi đạn có các cánh dẫn hướng. Buồng nổ nhỏ có nhiều lỗ thông ra buồng hạ áp, được tạo thành từ khoảng không gian giữa đạn và phần cuối nòng có kim hỏa cố định. Khi thả đạn vào nòng, đạn sẽ tự rơi và được kích nổ khi đuôi chạm kim hỏa.

truyền thống có cỡ nòng tương đương nào khác, và được đánh giá là pháo của con nhà nghèo.

Có thể coi tiền thân của súng cối là bích kích pháo, một loại pháo cổ có nòng cực ngắn(1) (10 lần cỡ trở lại, tức là ngắn hơn so với pháo lựu) gọi là bích kích pháo, được dùng phổ biến tại Châu Âu từ Thế kỷ XVI (thay cho máy bắn đá) và được dùng ở Châu Á còn sớm hơn. Đến Thế kỷ XVII, xuất hiện những biến thể hải quân của bích kích pháo, dưới dạng ống phóng thành tương đối mỏng; dùng để phóng lao ngạnh (săn cá voi), phao cứu sinh hoặc pháo hiệu (mà pháo hoa là một biến thể thú vị). Có lẽ một trong những ứng dụng hải quân đáng chú ý thời gian này là dùng súng cối để phóng chùm móc, lôi kéo thuyền đối phương để cận chiến trên biển - một cách đánh nổi tiếng của Hạm đội vô địch (Armada) Tây Ban Nha.

Tuy nhiên, súng cối hiện đại với kim hỏa lắp liền trong nòng lại là một sáng chế của Thế kỷ XX. Nó được lực lượng Nga đồn trú tại Cảng Lữ Thuận sáng chế ra năm 1904 và được dùng để bảo vệ cảng ngay trong Chiến tranh Nga-Nhật (1904 - 1905). Với sáng chế này, lần đầu tiên, thuốc nổ chứ không phải là thuốc phóng được dùng để phóng đạn.

Do những ưu việt rõ ràng, ngay sau đó súng cối đã được nhanh chóng chế tạo và đưa vào trang bị tại nhiều nước với những kích cỡ khác nhau. Trong Chiến tranh Thế giới I, xuất hiện dạng súng cối phóng đạn trên cỡ nòng. Đó là súng phóng bom, với khối lượng bom lên tới 470kg. Trong Chiến tranh Thế giới II, súng cối được sử dụng cực kỳ rộng rãi. Thời gian 1941 – 1944, chỉ riêng Đức Quốc xã đã chế tạo tới 68.000 khẩu, còn số lượng của Liên Xô - lên đến 368.000. Cũng xuất hiện súng cối nạp đạn từ cuối nòng đầu tiên, dùng cho bộ binh cũng như đặt trên xe. Cho đến lúc này, sự phát triển của súng cối thành công đến nỗi những mẫu pháo phản lực nhiều nòng đầu tiên do Đức chế tạo khi đó được gọi là súng cối phản lực nhiều nòng!.

Song có lẽ sau Chiến tranh Thế giới II mới thực sự được coi là thời kỳ nở rộ của súng cối. Súng đã được chuẩn hóa thành ba hạng chính - hạng nhẹ: 60/61mm, hạng trung: 81/82mm và hạng nặng: 120mm trở lên. Xuất hiện các mẫu cối tự hành đặt trên nhiều kiểu khung xe bọc thép với vô số cách phối bộ khác nhau, từ cối nạp đạn từ đầu nòng đặt trên sàn xe hở, tới cối nạp đạn từ cuối nòng đặt trên xe mui kín. Súng cối được sử dụng rộng rãi trên quy mô Thế giới, nhất là trong các cuộc chiến tranh giải phóng dân tộc, nơi chúng được coi là một trong những phương tiện chi viện hỏa lực chủ yếu của các lực lượng nổi dậy. Tại Việt Nam, ngay từ Cuộc kháng chiến chống thực dân Pháp đã xuất hiện nhiều mẫu súng cối bản địa bằng mọi chất liệu, từ bình ôxy tới vỏ đạn pháo 105mm ghép lại. Đã xuất hiện cả súng cối mang đạn chống máy bay, lẫn súng phóng bom với bom phóng nặng 30-40kg, được coi là một vũ khí công đồn lợi hại. Cũng tại Việt Nam, đã có những trận đánh súng cối được sử dụng tập trung, tạo ra những trận bão lửa thực sự, mà một trong số đó là trận pháo kích sân bay Biên Hòa năm 1964, gây chấn động cả Nhà Trắng. Chiến tranh hiện đại, mà đặc biệt là chiến tranh Việt Nam, đã chứng tỏ súng cối không chỉ là một vũ khí thiết yếu của bộ binh, mà còn là một phương tiện hỏa lực lợi hại của con nhà nghèo trong thứ chiến tranh thường được ví với Châu chấu đá xe.

Từ những năm 80, với sự phát triển các vật liệu mới - nhất là các vật liệu composit nhẹ, độ bền cao - đã cho phép chế tạo các mẫu súng cối mới nhẹ hơn, tầm bắn xa hơn, đạt tới 7.000m với cối 60mm và 11.000m với cối 81mm - tức là vươn tới tầm bắn của pháo lựu 105mm. Đặc biệt, việc chế tạo ra đạn cối thông minh - nói đúng hơn, đạn cối điều khiển chính xác - mà một trong những mẫu đầu tiên là đạn cối 81mm Strick của Anh, đã cho phép dùng súng cối để diệt mục tiêu cơ động - một năng lực mới về chất của vũ khí này. Đã xuất hiện các mẫu đạn cối chùm dùng cho cối cỡ lớn 107-120mm, cho phép dùng một đạn cối mẹ mang nhiều đạn con tự hoạt, có thể độc lập đánh vào từng xe riêng biệt trong đội hình. Đạn điều khiển chính xác đã cho phép dùng súng cối công kích vào nóc xe - điểm yếu nhất trên xe tăng hiện đại, biến thứ pháo thường được coi là ít chính xác này thành một vũ khí công nghệ cao lợi hại, với hiệu suất chiến đấu cao hơn nhiều so với dùng không quân hoặc bất kỳ phương tiện hỏa lực pháo binh nào khác.

Tuy nhiên, có lẽ đạn cối thông minh chưa phải là biến thái duy nhất đáng chú ý trong phát triển súng cối. Từ đầu những năm 40, trước nhu cầu tăng hỏa

---

(1) Vì thế có dạng như cái cối giã.

lực nổ mảnh cho bộ binh, nhất là trong vùng cự ly từ tầm xa nhất của lựu đạn ném tay (30m) tới tầm bắn gần nhất của của súng cối hạng nhẹ (300m); đã xuất hiện nhiều loại vũ khí theo những nguyên lý khác nhau, lựu phóng từ đầu nòng súng trường, súng bắn đạn phản lực (hay rocket, mà đại diện là Pz1 của Đức, Bazooka của Mỹ và họ súng RPG của Liên Xô/Nga), đến súng động - phản lực (như SKZ - khử giật bằng vật đối trọng), súng không giật (khử giật bằng lỗ khí phụt hậu), súng cối nhỏ,... Những súng này đều có những nhược điểm như tác xạ chậm, làm ảnh hưởng đến tính năng súng đi kèm, hoặc phải dùng xạ thủ riêng.

Đầu những năm 60, xuất hiện một đột phá mới trong lĩnh vực đạn cối, dẫn đến sự xuất hiện của súng cối nòng rãnh cỡ nhỏ, mà mẫu đầu tiên là súng cối cá nhân 40mm M79 của Mỹ. Đạn của súng có đặc điểm mới là buồng thuốc cao áp không gắn vào đuôi đạn mà đặt trong vỏ đạn, nhờ đó, giảm đáng kể thất tốc do lực cản không khí cũng như khối lượng đạn. Để tăng tính linh hoạt hỏa lực cho xạ thủ, từ 1966, tại Mỹ đã tiếp tục có sáng chế súng phóng lựu đi kèm 40mm M203, được ghép vào súng trường M16A1 tiêu chuẩn, tạo thành một hệ thống súng ghép hoàn chỉnh, gọi là M226. Do những ưu điểm rõ ràng, ống phóng M203 đã được chế tạo lại tại nhiều nước như Thái Lan, Xingapo. Cách ghép súng này còn được thực hiện với những súng cối cá nhân do nhiều nước khác thiết kế như Anh, Đức, Liên Xô/ Nga.

Ngoài ra, nhờ có kết cấu liền khối như đạn súng pháo thông thường, nên đạn cối nhỏ thế hệ mới có thể dùng cho súng tự động. Cũng trong năm 1966, Mỹ đã phát triển được mẫu súng cối liên thanh đầu tiên, còn gọi là súng phóng lựu tự động 40mm Mk19. Do nòng nhẹ và sức giật không lớn, súng chỉ nặng tương đương trọng liên 12,7mm. Tuy nhiên, nó có phạm vi tác xạ khá rộng, 20-1.600m, thậm chí tới 2.000m. Cũng như với súng cối cá nhân, súng phóng lựu liên thanh đã nhanh chóng phổ biến rộng rãi, nhất là về ý tưởng thiết kế. Đã xuất hiện nhiều mẫu súng cối liên thanh, với các kết cấu bộ phận tiếp đạn khá đa dạng, từ dạng dây đến băng dẹt và băng cối. Trong số này, đáng chú ý là súng phóng lựu 30mm AGS-17 Plamya của Liên Xô/Nga, được sử dụng từ 1975. Cũng có ý tưởng dùng súng cối liên thanh để chống thiết giáp nhẹ và chống máy bay lên thẳng, mà một mẫu điển hình là súng phóng lựu liên thanh 35mm W87 của Trung Quốc. Tuy nhiên, do hạn chế về nguyên lý, đạn cối chỉ cho vận tốc đầu nòng không lớn, vào cỡ 250-300m/s, nên hiện tại việc dùng súng cối liên thanh đánh mục tiêu trên không có lẽ chưa thành hiện thực.

Được sử dụng đầu tiên tại chiến trường Nam Việt Nam, súng cối cá nhân, và sau này là biến thể ống phóng đi kèm đã bổ trợ đáng kể cho hỏa lực đạn xuyên của bộ binh. Dùng hỏa lực nổ mảnh kẹp nòng đã được coi là biện pháp hiệu quả nhằm tăng cường hỏa lực sát thương diện và chống xe bọc thép nhẹ, một khuynh hướng đang được tiếp tục trong các thiết kế cơ bản cho bộ binh tương lai. Trên chiến trường này súng cối liên thanh cũng được sử dụng rộng rãi. Chúng được phía Mỹ trang bị trên máy bay lên thẳng vũ trang, giang thuyền cũng như trên bộ, dù không mấy phát huy hiệu quả trước chiến thuật phân tán cũng như do tỷ lệ đạn lép khá cao, thậm chí có khi lên tới 40%. Tuy vậy, súng cối liên thanh vẫn được coi là thứ vũ khí chi viện hỏa lực trực tiếp và đi kèm tầm gần và trung bình có mật độ lớn nhất, cho phép độc lập giải quyết nhanh và hiệu quả các tình huống cấp bách ngay ở cấp phân đội nhỏ, một nhu cầu thiết yếu trong tác chiến tương lai.

Những phát triển mới của đạn cối nhỏ đang cho phép tạo sơ tốc đạn lớn hơn, cộng với công nghệ đầu đạn cối dạng xuyên, xuyên nổ, nổ định hướng, nổ định hình, rất có thể sẽ cho phép dùng súng cối thế hệ mới, cả liên thanh và đi kèm, không chỉ trong chống thiết giáp nhẹ mà cả chống máy bay lên thẳng và máy bay bay thấp. Đó là những hướng đã được tính đến trong các chương trình phát triển vũ khí hiện nay (và cũng không loại trừ sự xuất hiện đạn cối urani nghèo). Tại Mỹ, hiện có tới hai trong số ba chương trình phát triển vũ khí triển vọng có liên quan tới súng cối thế hệ mới. Đó là các chương trình Vũ khí chiến đấu cá nhân mục tiêu (OICW) và Vũ khí tập thể mục tiêu (OSCW).

Như vậy, súng cối - một vũ khí mới ra đời từ đầu Thế kỷ XX song đã có những phát triển nhanh chóng và đa dạng cả về súng và đạn. Xét về số chủng loại vũ khí ứng dụng nguyên lý phóng đạn này, có lẽ nó chỉ kém phong phú hơn so với súng pháo thường và tên lửa. Là một trong những phương tiện chiến đấu có tỷ lệ hiệu quả chi phí cao nhất, súng cối đã trở thành một phương tiện chiến đấu linh hoạt, đa năng và không kém phần chính xác, một vũ khí trợ chiến cũng như với tư cách một vũ khí cá nhân không thể thiếu trong chiến tranh hiện đại.

3 - TÊN LỬA

Tên lửa - có trường hợp còn được gọi là đạn phản lực - là một thuật ngữ có nghĩa rất rộng, nhìn chung dùng để chỉ một phạm trù vũ khí độc đáo, trong đó phần tác động (còn gọi là phần chiến đấu hay đầu đạn) được phóng đi nhờ phản lực của động cơ đặt ngay trên nó. Trong tác chiến, tên lửa thường được dùng làm phương tiện đưa lực huỷ diệt (thường là đầu đạn nổ) tới mục tiêu.

Vì không dùng động lực để đẩy đạn như đại đa số các hỏa khí khác, phương tiện phóng hay định hướng cho tên lửa không phải chịu áp lực cũng như lực giật hậu, và do đó, không đòi hỏi kết cấu nặng nề. Thậm chí, nhờ tính định hướng vốn có của luồng phụt (hay luồng phản lực), nhiều trường hợp có thể dùng tên lửa không cần bệ chuyên dụng. Chính vì thế, tên lửa là một trong những vũ khí nhẹ nhất, nói đúng hơn, có tỷ lệ súng/đạn nhỏ nhất. Cũng nhờ ứng dụng nguyên lý phản lực, tên lửa có thể đạt vận tốc rất cao mà không cần gia tốc quá lớn (như với pháo), do đó có thể dùng để chuyên chở các phương tiện tinh vi và sinh thể. Điều này giải thích vì sao tên lửa lại trở thành một trong những vũ khí có điều khiển đầu tiên, cũng như giải thích vì sao chúng là phương tiện không thể thay thế để đưa con người lên vũ trụ.

Nên lưu ý rằng vũ khí tên lửa tạo ấn tượng mạnh đến mức, nhiều phương tiện mang phóng mặc dù ứng dụng nguyên lý tạo lực nâng khí động như máy bay song vẫn được gọi là tên lửa, mà một điển hình là tên lửa hành trình. (Xem phần *Máy bay*, mục *Tên lửa hành trình*).

Tên lửa được biết đến ít nhất từ thời Tần Thủy Hoàng (259-210 Tr. CN), với việc dùng *hỏa tiễn* thực chất là tên buộc kèm ống phụt nạp hỗn hợp diêm tiêu và lưu huỳnh để phóng đi xa. Thậm chí, có sách ghi các *chân nhân* thời đó còn định dùng một công cụ tựa như chiếc ghế buộc *pháo thăng thiên* để đưa Vua Tần lên... trời! Cho đến tận Thế kỷ XIX, tại một số nơi, chẳng hạn như Ấn Độ, vũ khí tên lửa còn được sử dụng phổ biến hơn cả súng pháo.

Tuy nhiên, đến đầu Thế kỷ XX tên lửa mới được sáng chế lại, và đến Chiến tranh Thế giới II mới bắt đầu được sử dụng rộng rãi với tư cách một vũ khí. Có thể coi Bom bay V-2 do Đức Quốc xã chế tạo là tên lửa, nói đúng hơn, tên lửa đường đạn đầu tiên. Được phóng thử thành công năm 1942, hai năm sau V-2 đã được sử dụng đánh vào một loạt mục tiêu tại Châu Âu, nhất là Anh. Cho đến nay, thuộc phạm trù tên lửa có vô số phương tiện và vũ khí, khác nhau về mục đích, môi trường sử dụng, cũng như khác nhau về kích cỡ; trong đó lớn nhất là các họ tên lửa đường đạn xuyên lục địa và tên lửa vũ trụ, còn nhỏ nhất là họ tên lửa hay đạn phản lực chống tăng không điều khiển. (Tất nhiên, nếu không coi pháo hiệu dạng tên lửa là một vũ khí).

Trong môi trường chiến đấu trên biển, sự phát triển của hạm nhỏ cao tốc mang tên lửa đối hạm (tốc hạm tên lửa) đã góp phần đáng kể trong việc vô hiệu hóa, tiến tới việc tiếp tục loại bỏ các hạm nổi hải quân truyền thống, cồng kềnh, một thời là niềm kiêu hãnh của các cường quốc trên biển, như các loại tàu tuần dương, khu trục và khinh hạm (Sau khi tàu bọc thép hay thiết giáp hạm - hạm nổi lớn nhất trong lực lượng tàu chiến nổi truyền thống - đã bị tàu sân bay phủ định). Và nếu như trước đó, tàu sân bay với lực lượng máy bay hùng hậu mang theo đã thay thế tàu bọc thép với tư cách hạt nhân của tập đoàn đặc nhiệm hải quân; thì ngày nay với sự phát triển của vũ khí tên lửa, bản thân sự sống còn của tàu sân bay - họ tàu lớn nhất trong hải quân các nước - đã bị đặt thành vấn đề.

Trong môi trường chiến đấu trên không, tên lửa và bom đạn dùng động cơ tên lửa đã thay thế dần cho súng pháo và bom rơi tự do, trong hầu hết các hoạt động không đối không cũng như không đối đất. Tên lửa phòng không (đất đối không) đã trở thành mối đe dọa thực sự cho máy bay không kích, và nhiều trường hợp đã khiến cho cái gọi là ưu thế trên không trở thành vô nghĩa.

Tên lửa đường đạn chiến lược, nhất là các tên lửa đường đạn xuyên lục địa mang đầu đạn hạt nhân, mặc dù không hề được sử dụng, song lại được coi là mối đe dọa khủng khiếp nhất đối với sự sống trên hành tinh. Và vì vậy việc kiểm soát được công nghệ tên lửa đường đạn tầm xa trở thành vấn đề nhạy cảm đến nỗi được coi là một trong những bộ phận then chốt của các hiệp định về *cấm phổ biến* vũ khí hủy diệt hàng loạt. Tuy nhiên, một biến

thể của tên lửa đường đạn hạng nặng - chính là tên lửa vũ trụ đã mở ra triển vọng chinh phục vũ trụ, với những vệ tinh và trạm thăm dò, đưa con người vươn tới những khoảng không bao la bên ngoài trái đất, và cả bên ngoài Thái dương hệ, và do đó có tầm quan trọng vượt lên trên ý nghĩa quân sự thuần túy. Tuy nhiên, tên lửa vũ trụ cũng mở ra một không gian chiến trường mới - chiến trường vũ trụ.

Trên mặt đất, chiến trường chính cho mọi hoạt động quân sự cũng là nơi vũ khí tên lửa được sử dụng đa dạng nhất, và đồng thời đem lại nhiều chuyển biến quan trọng nhất. Chính sự phát triển nhanh chóng và nhất là mối đe dọa ngày càng tăng của vũ khí tên lửa đã dẫn tới sự phát triển các vũ khí trang bị chống tên lửa, trong đó có tên lửa chống tên lửa - một biến thể đặc biệt của họ tên lửa phòng không.

Dưới đây là một vài phát triển trong một số họ tên lửa đáng chú ý.

Tên lửa đường đạn, như tên gọi của nó, là họ tên lửa có đường bay giống như đường đạn, tức là không thay đổi đáng kể sau khi cháy hết nhiên liệu. Đường bay này gồm hai phần khác biệt. Phần đầu được gọi là phần chủ động hoặc phần có động lực, trong đó tên lửa được gia tốc liên tục nhờ động cơ tên lửa, có thể gồm một hoặc nhiều tầng. Phần thứ hai gọi là phần thụ động, trong đó tên lửa chủ yếu bay theo quán tính với quỹ đạo đường đạn.

Tên lửa đường đạn khác biệt nhau đáng kể về tầm bắn và công dụng, thường được chia thành các loại tuỳ theo tầm bắn. Theo cách phân loại hiện nay của Mỹ, chúng được chia ra thành:

- Tên lửa đường đạn tầm gần, có tầm dưới 1.000 km (thí dụ tên lửa Scud);

- Tên lửa đường đạn tầm trung bình (MRBM), 1.000-2.500 km;

- Tên lửa đường đạn tầm trên trung bình (IRBM), 2.500-3.500 km;

- Tên lửa đường đạn xuyên lục địa (ICBM), trên 3.500 km, được chia nhỏ thành:

- Tên lửa đường đạn xuyên lục địa giới hạn tầm (LRICBM), 3.500-8.000 km;

- Tên lửa đường đạn xuyên lục địa đủ tầm (FRICBM), 8.000-12.000km.

Các tên lửa đường đạn có tầm từ trung bình tới tầm gần thường được gọi là tên lửa đường đạn chiến thuật hoặc chiến trường (TBM). Các tên lửa đường đạn tầm xa và trung bình thường được dùng để mang đầu đạn hạt nhân, một phần vì tải trọng của chúng quá nhỏ nên đầu đạn thông thường không thể phát huy tác dụng.

Với một loạt công trình được triển khai tại nhiều nước từ những năm 30, những phát triển ban đầu của tên lửa đường đạn hiện đại gắn với sự phát triển các hệ động cơ phản lực thuốc phóng lỏng không dùng không khí ngoài hay động cơ tên lửa. Tên lửa đường đạn được phân chia thành nhiều chủng loại khác nhau, trong đó lớn nhất là tên lửa đường đạn xuyên lục địa hay vượt đại Châu (ICBM). Với tầm bắn xa, vận tốc cao và khả năng mang tải lớn, sự xuất hiện của các chủng loại tên lửa hạng nặng (tầm bắn trên 800km) mang đầu đạn hạt nhân (gọi là tên lửa hạt nhân) trong những năm 50 lần đầu tiên tạo khả năng đánh đòn tiến công chiến lược, có ý nghĩa quyết định kết quả chiến tranh mà không cần các đòn chiến dịch và chiến thuật.

Trong thời kỳ chạy đua vũ trang Chiến tranh lạnh, tên lửa đường đạn chiến lược chiếm tới hai thành phần trong cái gọi là bộ ba vũ khí tiến công chiến lược.[1] Tên lửa đường đạn chiến lược lớn nhất hiện còn được triển khai là tên lửa ICBM có tên R-36 (Mỹ và phương Tây đặt mật danh là SS-18 Satan) của Liên Xô/Nga, có thể mang đầu đạn đơn lớn nhất Thế giới, với đương lượng nổ 20Mt, hoặc 10 đầu đạn hạt nhân cơ động độc lập (MIRV), mỗi quả 0,55Mt (*megaton, 1Mt tương đương sức nổ của 1 triệu tấn thuốc nổ quân sự thông dụng TNT*). Cũng như những mẫu tên lửa ICBM hiện đại khác của Nga/Liên Xô, tên lửa R-36 được phóng lạnh (bằng khí nén) từ giếng phóng kiên cố, điều cho phép nhanh chóng bố trí tên lửa mới trước khi bị đòn giáng trả. Tên lửa đường đạn hiện đại nhất còn được triển khai là tên lửa ICBM có tên MX hay LG-118A Peacekeeper của Mỹ, có khả năng cơ động bệ phóng theo một mê lộ tinh vi và cũng có thể mang 10 đầu đạn hạt nhân MIRV, mỗi quả 300kt (*kiloton, 1kt tương đương sức nổ của 1.000 tấn thuốc nổ quân sự thông dụng TNT*), đánh vào 10 mục tiêu độc lập. Theo hiệp ước cắt giảm vũ khí

---

(1) Gồm tên lửa đường đạn phóng từ căn cứ cố định hoặc di động trên đất liền, tên lửa đường đạn phóng từ tầu ngầm và máy bay ném bom hạng nặng tầm xa.

chiến lược START II, tên lửa R-36 sẽ được triệt thoái toàn bộ vào năm 1995, và đến năm 2005 đến lượt tên lửa LG-118A triệt thoái. Song, rất có thể chúng vẫn nằm trong trang bị khá lâu nữa. Chẳng hạn, sau khi cải tiến kéo dài tuổi thọ, R-36 có thể được triển khai đến tận thời gian 2014 - 2016.

Tuy nhiên, các tên lửa hạng nặng mang đầu đạn hạt nhân, do tính huỷ diệt hàng loạt không kiểm soát, nên chưa hề được sử dụng và đang được triệt thoái dần theo nhiều hiệp định hạn chế và kiểm soát vũ khí tiến công chiến lược giữa Liên Xô/ Nga và Mỹ. Ngoài Bom bay V-2, là tên lửa đường đạn đầu tiên, do Đức Quốc xã chế tạo và sử dụng từ 1944, cho đến nay tên lửa đường đạn hạng nặng được sử dụng thực chiến khá hạn chế. Trong chiến tranh Iran - Iraq, tên lửa cải tiến từ Scud (R11) của Liên Xô, với tầm bắn tới 900 km, đã được Iraq dùng để đánh phá các mục tiêu trên đất Iran, trong số đó, một số bị cáo buộc là mang đầu đạn hóa học. Trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, tên lửa đường đạn Iraq cũng được dùng để đánh các mục tiêu sâu trong lãnh thổ Arập Xêut của phía Mỹ và liên quân, kể cả Ixraen. Những cuộc tiến công bằng tên lửa tầm xa này được phía Mỹ coi là có tác dụng tuyên truyền hơn là ý nghĩa quân sự. Đây là những tên lửa đã được Gerald Bull - cha đẻ của chương trình siêu pháo Babylon - cải tiến đầu đạn để tăng tầm bắn.

Tên lửa đường đạn xuyên lục địa hay ICBM là họ tên lửa đường đạn có tầm rất xa, trên 5.500 km theo phân loại Quốc tế (khác với cách phân loại của Mỹ, xem *Tên lửa đường đạn*), dùng để mang đầu đạn hạt nhân. Là phương tiện có khả năng đưa vũ khí hạt nhân đi xa nhất, việc sở hữu tên lửa ICBM được coi là biểu tượng sức mạnh của một cường quốc hạt nhân. Với tên lửa ICBM, ngoài đoạn đi lên và đi xuống còn có một phần đáng kể nằm trên vùng cận quỹ đạo vũ trụ, vì thế chúng còn có thể dùng để phóng vệ tinh. Hiện tại, có 5 Quốc gia đã có tên lửa ICBM trong trang bị, gồm: Nga, Mỹ, Pháp, Anh và Trung Quốc. Hiện Ấn Độ cũng đang phát triển tên lửa đường đạn ICBM.

Ông tổ của tên lửa ICBM là A9/10 của Đức, một dự án do Werne von Braun đề xuất song không hề được phát triển. Còn ông tổ của tên lửa IRBM là rôcket V2 của Đức (*Vergeltung, hay Người báo thù*) do von Braun thiết kế, dùng thuốc phóng lỏng và hệ dẫn đường quán tính. Sau chiến tranh, von Braun và các đồng sự khoa học đã tiếp tục phát triển V2 thành các tên lửa IRBM Redstone và Jupiter. Theo các hiệp ước đã đạt được, Mỹ có thể bố trí những tên lửa này trên những lãnh thổ gần Liên Xô. Liên Xô không có những vùng lãnh thổ như vậy, nên trong những năm 50 nhóm Korolev đã tập trung vào phát triển tên lửa ICBM, với những thiết kế riêng khác hẳn với V2. Và đến 1957, tên lửa ICBM hiện đại đầu tiên R-7 đã được phát triển thành công với sự kiện Sputnik nổi tiếng, điều mà đến hai năm sau Mỹ mới thực hiện được với tên lửa Atlas. Những năm 60, đã xuất hiện các tên lửa ICBM dùng thuốc phóng rắn đầu tiên, LGM-30 Minuteman, Polaris và Skybolt của Mỹ. Tên lửa ICBM có khuynh hướng nhỏ đi (nhờ tăng độ chính xác, và để mang đầu đạn nhỏ hơn) và dùng thuốc phóng rắn, khiến chúng kém hữu ích hơn với tư cách tên lửa vũ trụ.

Tên lửa đường đạn phóng từ tầu ngầm (SLBM) là họ tên lửa đường đạn mang vũ khí hạt nhân được phóng từ tàu ngầm. Các mẫu tên lửa SLBM hiện đại thường mang nhiều đầu đạn hạt nhân có thể đánh vào các mục tiêu độc lập (MIRV). Trong Chiến tranh Thế giới II, tàu ngầm U của Đức Quốc xã là phương tiện đầu tiên được dùng làm bệ phóng tên lửa thành công. Các tên lửa này và các hệ thống SLBM đầu tiên đòi hỏi phải phóng ở tư thế tàu nổi lên mặt nước. Song sau Chiến tranh Thế giới II, đã nhanh chóng xuất hiện các hệ thống cho phép phóng tên lửa khi tàu vẫn đang lặn. Năm 1955, Liên Xô trở thành nước đầu tiên trên Thế giới phóng được tên lửa từ tàu ngầm.

Kể từ chiến tranh lạnh, tàu ngầm mang tên lửa đã có tầm quan trọng đặc biệt đối với cả Mỹ lẫn Nga; do chúng có thể lẩn tránh vệ tinh trinh sát và phóng vũ khí hạt nhân bất ngờ, thậm chí ở ngay gần bờ biển đối phương. Vì thế, tên lửa SLBM được coi là lợi hại nhất trong bộ ba vũ khí hạt nhân chiến lược. Hiện tại chỉ có Nga, Mỹ, Anh và Pháp là bốn cường quốc có tên lửa SLBM. Mỹ đã phát triển được tên lửa Trident, được coi là SLBM hiện đại nhất hiện nay. Với Nga, nhiều tên lửa SLBM được hoán cải từ tên lửa ICMB hoặc IRBM, trong đó đáng chú ý nhất là R-39 (SS-N-20).

Tên lửa pháo binh - còn gọi là rôcket hay đạn phản lực không điều khiển - là họ tên lửa đường đạn nhỏ, thuốc phóng rắn; thường được dùng trên các giàn ống hoặc ray phóng cơ động bằng xe tải, tạo ra cái gọi là pháo phản lực bắn loạt. Pháo phản lực bắn loạt được sáng chế tại Đức và Liên Xô đầu

Chiến tranh Thế giới II; và ngay lập tức được đưa vào sử dụng rộng rãi, nhất là trên mặt trận Xô-Đức, với tư cách là một phương tiện hiệu quả để tạo hỏa lực áp đảo trên chiến trường mặt đất. Một trong những mẫu pháo phản lực đầu tiên là giàn pháo phản lực cơ động 140mm BM-14-17 của Liên Xô, với biệt danh Katiusha nổi tiếng. Ngay từ cuộc chiến tranh này, đạn phản lực hay rôcket đã được sử dụng trên máy bay chuyên đánh mục tiêu mặt đất hay máy bay cường kích.

Do khối lượng nhẹ, dễ vận chuyển, và nhất là do khả năng tạo mật độ sát thương cao, sau Chiến tranh Thế giới II đạn phản lực tiếp tục được chế tạo và nhanh chóng đưa vào trang bị trong quân đội nhiều nước, cũng như được sử dụng trong nhiều cuộc chiến tranh và xung đột vũ trang với nhiều biến thể khác nhau. Đến lúc này, rôcket đã được sử dụng rộng rãi trong cả ba quân chủng. Trong hải quân, chúng được dùng cho khá nhiều công dụng, từ pháo hiệu, phóng nhiễu chống tên lửa đối hạm, tới phóng bom chìm, phóng ngư lôi chống ngầm (tiền thân của tên lửa - ngư lôi: dạng vũ khí có điều khiển có khả năng cả chống hạm nổi lẫn tàu ngầm, mà Nga/Liên Xô là Quốc gia duy nhất đang sở hữu). Trong không quân, chúng cũng được dùng phổ biến cả trên máy bay cường kích lẫn tiêm kích (dạng máy bay chuyên chống máy bay), ngay cả khi tên lửa không đối không đã được đưa vào sử dụng.

Tuy nhiên, chiến trường mặt đất vẫn là môi trường sử dụng đạn phản lực nhiều nhất và đa dạng nhất. Hai khuynh hướng phổ biến nhất trong sử dụng tên lửa pháo binh là giàn phóng loạt và đơn lẻ. Theo khuynh hướng phóng loạt, đạn phản lực được phóng từ nhiều loại bệ phóng khác nhau, kể cả bệ ứng dụng, bố trí phân tán, tách rời. Theo khuynh hướng đơn lẻ, pháo phản lực được bố trí thành các giàn nhỏ, dễ cơ động, thậm chí một nòng. Có lẽ mẫu pháo phản lực một nòng nổi tiếng nhất là BM-21-P 122mm, còn gọi là DKZ-B hay ĐKB. Trên chiến trường Việt Nam, ĐKB và A-12 (dạng cải tiến tách rời từng ống phóng của BM-14-17 Katiusha) đã được sử dụng rộng rãi như là một trong những vũ khí chính của pháo binh mang vác. Bằng những trận nổi tiếng, như trận pháo kích căn cứ liên hợp Đà Nẵng, vũ khí này tỏ ra có uy lực đến nỗi được quân Mỹ mệnh danh là "B-52 mặt đất", khiến lực lượng viễn chinh Mỹ phải rút máy bay chiến đấu ra khỏi các sân bay trên chiến trường này.

Từ những năm 70, dường như các chương trình phát triển tên lửa pháo binh chuyển sang những hướng mới; đáng chú ý nhất là dùng tên lửa pháo binh để đưa đạn mẹ đến khu vực mục tiêu, ở đó đạn con tự hoạt sẽ được phóng rải và tự tìm mục tiêu để tiêu diệt. Người ta cho rằng, một đầu đạn tên lửa như vậy có khả năng tiêu diệt 1/4 sư đoàn tăng thiết giáp, tương đương với uy lực một đầu đạn hạt nhân 1kt, được xếp vào lớp "vũ khí hạt nhân chiến thuật". Một trong những tên lửa pháo binh như vậy là hệ thống ATACM của Mỹ.

Sau 1975, tên lửa pháo binh vẫn tiếp tục được sử dụng trong các cuộc chiến tranh cục bộ. Tại Cuộc chiến Chechnya năm 2000, các hệ thống đạn phản lực phóng loạt của quân đội liên bang Nga đã được sử dụng để công kích có hiệu quả vào các khu vực tập trung quân của lực lượng ly khai, cách mặt trận tới 300km.

Tên lửa phòng không - gọi đầy đủ là tên lửa đất đối không - là họ tên lửa được thiết kế để tiêu diệt máy bay. Tên lửa phòng không có thể được bố trí trên bệ cố định, bệ cơ động và mang vác. Chúng có thể được điều khiển bằng radar, hồng ngoại, laser hoặc theo quan sát bằng mắt.

Ngay sau Chiến tranh Thế giới II, nhằm đón đầu sự xuất hiện của máy bay phản lực, nhiều cường quốc đã lập tức bắt tay vào các chương trình phát triển tên lửa phòng không. Trong số này, có các chương trình như Dự án Nike22 (*Nike - Nữ thần chiến thắng trong thần thoại Hy Lạp*) của Mỹ (Bắt đầu năm 1945. Mẫu đầu tiên là Nike Ajax, thử thành công 1951, triển khai từ 1953), Bloodhound của Anh (Phát triển trong những năm 50, đưa vào trang bị từ 1958) và S-25 Berkut của Liên Xô (NATO gọi là SA-1 Guild. Phát triển năm 1951, sử dụng lần đầu năm 1954). Đến nay, đã có nhiều tên lửa phòng không được sử dụng trong thực chiến, trong đó nổi lên là S-75 Dvina (NATO gọi là SA-2 Guideline), S-123 Neva/ Pechora (SA-3 Goa), 2K12 Kub (SA-6 Gainful) và Strela 2 (SA-7) của Liên Xô/ Nga; MIM-104 Patriot và Stinger của Mỹ.

Đáng chú ý nhất là tên lửa phòng không dẫn bằng radar S-75 (SA-2). Đây là tên lửa đất đối không độ cao lớn của Liên Xô được triển khai và sử dụng rộng rãi nhất trong lịch sử. Năm 1960 tên lửa đã bắn rơi máy bay U-2, đang hoạt động ở độ cao trên 20.000m, chấm dứt huyền thoại về khả năng không thể bị bắn hạ của loại máy bay trinh sát chiến lược "siêu cao" này. Được sử dụng tại Việt Nam từ

1965, "vấn đề SAM" do tên lửa S-75 tạo ra đã khiến Mỹ phải đối phó bằng các biện pháp rải nhiễu tiêu cực, gây nhiễu tích cực công suất cao bằng máy bay ném bom B-66 cải tiến, công kích bằng tên lửa chống radar Shrike. Đặc biệt về "*chiến dịch 12 ngày đêm*" cuối năm 1972, dù có ý kiến cho rằng hiệu quả của SA-2 đã giảm đến nỗi "*B-52 có thể bay qua giữa phố Hà Nội mà không bị trừng phạt*", song thực tế chỉ hai năm sau đó, Mỹ đã phải bắt tay vào phát triển máy bay chiến đấu tàng hình F-117 - để tránh bị radar phòng không phát hiện. Tuy nhiên, cho đến năm 1999 máy bay này vẫn bị tên lửa S-123 Neva/ Pechora (SA-3 Goa) - mẫu tên lửa phòng không dẫn bằng radar được coi là đã lạc hậu - của phía Nam Tư bắn rơi tại chỗ. Một kiểu tên lửa phòng không khác của Liên Xô/ Nga là 2K12 Kub (SA-6 Gainful). Nhờ thay đổi tần số so với các radar trước, đầu Chiến tranh Trung Đông 1973, SA-6 đã bắn rơi khá nhiều máy bay Ixraen. Hệ thống MIM-104 Patriot thuộc thế hệ tên lửa phòng không mới nhất, có khả năng tự động bắt mục tiêu và bám mục tiêu qua tên lửa, điều cho phép giảm đáng kể sai số điều khiển khi đến gần mục tiêu. Được sử dụng khá hiệu quả tại cả hai Cuộc chiến tranh vùng Vịnh (1991 và 2003), Patriot đã đánh chặn tên lửa đường đạn với hiệu suất cao. Có điều, với vai trò bắn máy bay, nó có tác dụng diệt máy bay nhà còn nhiều hơn là đánh tên lửa đối phương, mà việc bắn nhầm vào máy bay Tornado GR4 của Anh trong cuộc chiến tranh Iraq 2003 là một điển hình.

Tên lửa phòng không vác vai là đại diện nhỏ nhất của họ tên lửa phòng không, chỉ cần một người sử dụng, thường được dẫn hồng ngoại "hai màu" (hồng ngoại và tử ngoại) cũng như dẫn bằng laser. Mẫu đầu tiên là FIM Redeye, được bắt đầu phát triển từ giữa những năm 50, chủ yếu trên cơ sở tên lửa không đối không tầm gần AIM-9 Siderwinder của Mỹ. Tên lửa phòng không mang vác đã nhanh chóng khẳng định vị trí của mình như là một vũ khí lợi hại, tạo khả năng chống máy bay lên thẳng và máy bay bay thấp cho bộ binh. Tại chiến trường Afghanistan, tên lửa phòng không mang vác FIM-92 Stinger (Mỹ, bắt đầu phát triển 1971, đưa vào trang bị 1981) được coi là thứ vũ khí "*có khả năng đảo lộn kết quả cuộc chiến*" - vô hiệu hóa lực lượng máy bay lên thẳng hùng hậu của Liên Xô. Song trước đó, ngay từ đầu những năm 70 tại Việt Nam, tên lửa phòng không mang vác Strela 2 (SA-7 Grail, Liên Xô, 1953, 1968) đã lần đầu tiên chứng tỏ khả năng tiêu diệt lớn máy bay lên thẳng, góp phần chính làm phá sản cái gọi là "*chiến thuật trực thăng vận*", cũng ra đời trên chiến trường này. Tại đây, chỉ trong vòng 3 năm, có tới 2 xạ thủ dùng B-72 (một mật danh của Strela 2) bắn rơi 13-14 máy bay và trực thăng các loại, điều ngay cả các phi công tiêm kích kỳ cựu cũng khó làm được. Chính tác động mạnh mẽ của tên lửa phòng không mang vác đã khiến các phi công máy bay lên thẳng tại Việt Nam phải luôn mang theo pháo sáng - một thứ mồi bẫy hồng ngoại thô sơ. Do tác dụng trong phòng không tầm gần, bổ trợ đáng kể cho súng máy phòng không, tên lửa phòng không mang vác còn được đưa lên hạm tàu, máy bay lên thẳng và xe chiến đấu phòng không, dùng riêng hoặc phối hợp với pháo. Một điển hình là hệ thống phòng không tích hợp 2K22 Tunguska (SA-9), phối hợp giữa tên lửa phòng không hạng nhẹ 9K111 với pháo tự động 30mm, điều khiển bắn bằng hai radar 1RL144 hoặc bổ trợ thiết bị bám quang học. Trên chiến trường Ban Căng năm 1999, ít nhất đã có một tên lửa phòng không mang vác bắn trúng máy bay tàng hình F-117A, song "may quá!" đạn không nổ. Hiện tại, do nhiều nguyên nhân, một số lượng lớn tên lửa phòng không mang vác đã lọt vào tay các tổ chức khủng bố, điều gây lo ngại đáng kể cho hoạt động hàng không thương mại Quốc tế, nhất là tại các nước Trung Đông và Châu Phi. Đã có hàng loạt phương tiện đối phó, từ thiết bị cảnh báo và gây nhiễu tới các loại mồi bẫy hồng ngoại khác nhau được cấp tốc phát triển và chế tạo để trang bị cho máy bay thương mại hoạt động tại những vùng nóng.

Tên lửa không đối không (AAM) được dùng để bắn từ máy bay này sang tiêu diệt máy bay khác; vì thế, được coi là vũ khí thay thế cho pháo trong chiến đấu không đối không trong thời đại máy bay phản lực. Tên lửa AAM thường dùng động cơ tên lửa (rôcket) thuốc phóng rắn, song đôi khi cũng dùng nhiên liệu lỏng. Chúng thường phát hiện mục tiêu bằng radar hoặc hồng ngoại (tìm nhiệt), song đôi khi cũng áp dụng các phương pháp dẫn bằng laser hoặc quang học. Phương pháp dẫn radar thường được dùng ở tên lửa AAM tầm trung bình và lớn, khi tín hiệu hồng ngoại quá mờ nhạt, không thể dùng đầu tìm hồng ngoại. Nó cũng cho phép công kích mục tiêu từ nhiều hướng, song lại dễ để lộ ý đồ và đồng thời dễ bị gây nhiễu. Ngược lại, phương pháp dẫn hồng ngoại thường được dùng ở cự ly gần, bảo đảm tính bí mật cao, song chỉ cho phép công kích ở

chế độ bám đuôi. AIM-7 Sparrow (Mỹ) là tên lửa AAM tầm trung dẫn radar nửa chủ động điển hình. Được đưa vào trang bị từ cuối những năm 50 và được sử dụng cho đến tận những năm 90, khi đã có tên lửa mới, tiên tiến hơn: AIM-120 AMRAAM, song Sparrow có một bảng thành tích cực kỳ nghèo nàn. Những năm 60, trên chiến trường Việt Nam, nó đã đạt hiệu quả khá "thảm thương" - xác suất trúng đích chưa đến 10%. Trong khi đó AIM-9 Sidewinder - tên lửa AAM tầm gần, dẫn hồng ngoại thụ động điển hình, lại được coi là một trong những vũ khí tốt nhất trong kho vũ khí của Mỹ. Được hải quân Mỹ phát triển từ cuối những năm 40, đưa vào sử dụng 1956, đến 1958 tên lửa AIM-9B được sử dụng thực chiến lần đầu, bắn rơi MiG-15 của Trung Quốc; và do đó được coi là một nhân tố mới trong không chiến, vốn chỉ dùng bằng pháo. Tên lửa Sidewinder đã được coi là hình mẫu để chế tạo nhiều kiểu tên lửa không đối không tầm gần, dẫn hồng ngoại thụ động khác, trong đó có tên lửa K-13 (AA-2 Atoll) của Liên Xô. Những năm 60, cả hai kiểu tên lửa AAM này đều được sử dụng rộng rãi trong thực chiến tại Việt Nam. Một kiểu tên lửa khác, được phát triển để cạnh tranh với Sidewinder là R550 Magic của Pháp. Nó đã được xuất khẩu cho một số nước, trong đó có Iraq và Argentina; và đã được sử dụng trong Cuộc chiến tranh Malvinat 1982. Trong các mẫu tên lửa không đối không hiện đại, đáng chú ý có các tên lửa tầm trung dẫn bằng radar R-77 (AA-12) của Nga/ Liên Xô, ASRAM của Châu Âu và AIM-120 AMRAAM của Mỹ. Về một số mặt, tên lửa R-77 còn ưu việt hơn so với AMRAAM.

Tên lửa chống radar (ARM) - còn gọi là tên lửa chống bức xạ, được thiết kế để tự dẫn theo năng lượng bức xạ của radar, được coi là một vũ khí để chống tên lửa phòng không - đối tượng nguy hiểm nhất của máy bay, đồng thời là một trong những vũ khí "hủy diệt" trong lĩnh vực tác chiến điện tử. Thường được sử dụng trên những máy bay tiêm kích chuyên biệt, thuộc lực lượng được không quân Mỹ gọi là "Chồn hoang", tên lửa ARM là phương tiện để giảm hiệu quả lực lượng phòng không đối phương hoặc tăng cơ hội sống sót cho các đợt không kích sau. Những tên lửa ARM ban đầu chỉ được tự dẫn đơn giản theo nguồn phát sóng và kích nổ khi đến gần mục tiêu. Vì thế, chúng dễ bị các trắc thủ thông minh đối phó bằng cách tắt máy tạm thời rồi lại phát sóng khi tên lửa đã bay qua, khiến nó hoàn toàn bị vô hiệu hóa. Đây là điều đã xảy ra với tên lửa chống radar AGM-45 Shrike trong Chiến tranh phá hoại Miền Bắc Việt Nam (1964-1972). Để đối phó, tên lửa AGM-45 cải tiến, cũng như tên lửa thế hệ mới AGM-88 HARM của Mỹ được trang bị hệ đạo hàng quán tính, cho phép nhớ vị trí để tiếp tục công kích khi radar tắt máy. Được sử dụng lần đầu trong Chiến dịch tập kích Tripoli năm 1986, HARM đã khiến mạng radar điều khiển hỏa lực của Li Bi phải tắt máy tới 30 phút, đủ để các máy bay F-111 thực hiện đòn không tập. Tên lửa chống radar ALARM của Anh còn có một "*siêu khả năng*", đó là khả năng chờ. Tên lửa có dù, cho phép từ từ giảm độ cao, đợi đến khi radar mở máy để đánh tiếp. Một giải pháp nữa với tên lửa ARM hiện đại, như HARM, là vận tốc cao, cho phép đánh vào trận địa phòng không trước khi tên lửa gặp máy bay. Nhờ đó, nếu tên lửa phòng không được phóng trước vào máy bay, trừ với các hệ tên lửa nhanh nhất (như S-300/SA-10 hoặc S-400/SA-20), máy bay vẫn có khả năng giành phần thắng. Tuy nhiên, như cuộc chiến Ban Căng 1999, cũng như những trận đánh phá trận địa phòng không của Iraq trước năm 2003 cho thấy, vẫn có nhiều biện pháp chống ARM khá hiệu quả; chẳng hạn, dùng trạm phát sóng đẳng hướng một cách độc lập để lừa tên lửa ALARM, hoặc phối hợp với sóng radar để lừa HARM.

Tên lửa chống tăng - còn gọi là đạn phản lực chống tăng - được thiết kế để chống tăng thiết giáp. Họ tên lửa này gồm hai loại chính - có và không có điều khiển.[1] Chúng đều mang lượng nổ lõm, diệt mục tiêu nhờ luồng phụt phản lực, do đó khả năng xuyên giáp không lệ thuộc vào sơ tốc đạn, cũng như vào cự ly như đạn động năng bắn từ pháo.

Tên lửa chống tăng không điều khiển - (còn gọi là lựu phóng hay rôcket chống tăng) - được phát triển, chế tạo và sử dụng ngay từ đầu những năm 40, trong Chiến tranh Thế giới II, khi sự phát triển nhanh chóng của vỏ giáp xe tăng đã vô hiệu hóa súng chống tăng bắn đạn xuyên động năng - vũ khí

(1) Theo cách phân loại tại phương Tây, đạn phản lực không điều khiển được xếp vào loại riêng, gọi là rôcket (rocket), phân biệt với tên lửa (missile), coi bản thân thuật ngữ tên lửa đã bao hàm nghĩa 'có điều khiển,' tức là tên lửa (misile) đồng nhất với tên lửa có điều khiển (guide missile). Trong khi đó, những tên lửa mang 'khổng lồ' dùng để mang đầu đạn hạt nhân (như ICBM) hoặc vệ tinh (tên lửa vũ trụ), do bản chất không điều khiển, vẫn được gọi là rocket.

chống tăng chính của bộ binh lúc bấy giờ (Xem thêm *Súng*). Hai mẫu rôcket chống tăng phản lực nổi tiếng nhất trong Chiến tranh Thế giới II là Panzerfaust (Pz) của Đức Quốc xã và Bazooka của Mỹ. Đặc biệt, Panzerfaust dùng đạn có đầu đạn (hay phần chiến đấu) nổ lõm trên cỡ nòng (lớn hơn cỡ nòng). Đây là cách thiết kế cho phép tăng đáng kể uy lực (sức công phá) của đạn mà cơ cấu phóng vẫn gọn nhẹ, chỉ cần một người mang vác và sử dụng; do đó, được ứng dụng rất thành công trong họ vũ khí chống tăng RPG của Liên Xô/ Nga sau này. Từ những năm 60 tại Việt Nam, súng chống tăng cá nhân RPG-2 (còn gọi là B-40) và sau đó là RPG-7, đã là vũ khí chống tăng chủ yếu của bộ binh, làm phá sản chiến thuật thiết xa vận của quân Mỹ và chư hầu. Thành công tại các cuộc chiến tranh giải phóng dân tộc, nhất là tại Việt Nam, đã khiến họ vũ khí RPG, đặc biệt là RPG-7 trở nên nổi tiếng, được chế tạo và sử dụng rộng rãi nhất. Thậm chí đến tận cuộc chiến tranh Iraq 2003 trong một trường hợp, RPG-7 đã bắn xuyên cả xe tăng M1A1 - có vỏ giáp composit nhiều lớp, được bổ trợ thêm giáp urani nghèo, và được coi là một trong những vỏ giáp bền chắc nhất Thế giới.

Tên lửa chống tăng có điều khiển hay chỉ gọi là tên lửa chống tăng. Nhờ được điều khiển, chúng có thể thay đổi đường bay trong quá trình tiếp cận mục tiêu, do đó có khả năng công kích mục tiêu di động ở cự ly lớn hơn đáng kể so với loại không điều khiển. Chúng có nhiều kích cỡ khác nhau, từ mang vác tới những kiểu đặt trên xe hoặc máy bay, có khả năng xuyên thủng các vỏ giáp xe tăng dày nhất. Được phát triển ngay từ cuối Chiến tranh Thế giới II, đến nay đã có ba thế hệ tên lửa chống tăng. Tên lửa dẫn theo lệnh thủ công (thế hệ một) hoặc nửa tự động (thế hệ hai). Lệnh điều khiển được chuyển đến tên lửa qua dây hoặc vô tuyến. Các hệ dẫn tiên tiến hơn dựa trên dấu laser hoặc ảnh mục tiêu từ camera truyền hình đặt trên mũi tên lửa, và những mẫu mới nhất, với bộ nhớ và vi xử lý, có khả năng thực hiện phương thức "*bắn và quên*" (thế hệ ba). Ngoài lượng nổ lõm thường, tên lửa chống tăng còn được lắp các loại lượng nổ đặc dụng. Đầu đạn kép (trước sau) được dùng để phá giáp cực dày hoặc có nhiều tầng, nhiều lớp. Đạn tạo hình nổ đánh từ nóc được dùng để đánh vào vùng vỏ giáp nóc xe - nơi mỏng yếu nhất. Chính những thành công của tên lửa chống tăng đã dẫn tới việc phát triển các phương tiện và biện pháp bảo vệ xe tăng, như giáp nhiều tầng, giáp nhiều lỗ, giáp nhiều lớp (hay giáp composite), giáp phản ứng nổ, các thiết bị gây nhiễu (như hệ thống Shtora của Nga), và các hệ thống phòng hộ chủ động, như Drozd và Arena (Nga). Một trong những tên lửa nổi tiếng nhất đã sử dụng thực chiến là 9K11 Maliutka (NATO gọi là AT-3 Sagger) có thể phóng từ xe bọc thép, máy bay lên thẳng, cũng như mang vác, của Liên Xô/ Nga. Được sử dụng khá thành công trên Chiến trường Việt Nam năm 1972 với mã hiệu B-72, đến Chiến tranh Trung Đông 1973 Maliutka đã thực sự "gây choáng" khi chỉ trong một thời gian ngắn đã loại khỏi vòng chiến ít nhất 800 xe tăng Ixraen (có nguồn nêu 1.063 chiếc). Nhờ nhỏ nhẹ, dễ mang vác, hiệu quả cao, nên Maliutka đã được trang bị trong quân đội nhiều nước. Đến năm 2000, dù đã chính thức đưa ra khỏi trang bị, song nó vẫn được quân đội liên bang sử dụng rất hiệu quả trong cuộc chiến chống ly khai ở Chechnya.

Tên lửa vũ trụ là họ tên lửa dùng để phóng các tải trọng lên không gian Vũ trụ, do đó nó phải có khả năng đạt vận tốc ít nhất 7km/s là trị số vận tốc mà từ đó tên lửa có thể bay lên quỹ đạo quanh trái đất (LEO). Là một biến thể của họ tên lửa đường đạn xuyên lục địa (ICBM), cho đến đầu những năm 80 tên lửa vũ trụ là phương tiện duy nhất cho phép đưa mọi tải trọng lên vũ trụ, từ vệ tinh, trạm quỹ đạo có và không có người điều khiển tới các trạm thăm dò có thể vượt ra ngoài sức hút của Trái đất, bay quanh Thái dương hệ và đi xa hơn. Trong khi các loại tên lửa chiến lược chưa hề được sử dụng thì tên lửa vũ trụ được phóng với nhịp độ ngày càng cao, phục vụ cả quân sự lẫn kinh tế. Chính sự ra đời của tên lửa vũ trụ đã mở đường cho sự ra đời của vệ tinh, nói đúng hơn vệ tinh nhân tạo của trái đất - một phương tiện không thể thiếu trong đời sống cũng như hoạt động quân sự hiện đại. Từ giữa những năm 70 xuất hiện tàu con thoi vũ trụ và tiếp đó là hàng loạt đề án chế tạo các phương tiện mang phóng vũ trụ sử dụng nhiều lần, như các đề án máy bay vũ trụ của Mỹ, hoặc chế tạo các phương tiện phóng vệ tinh giá thành hạ khác, như đề án Siêu pháo Babylon của Iraq, mà theo tính toán có giá thành đưa tải trọng lên quỹ đạo quanh trái đất cỡ 600 USD/kg - rẻ chưa từng thấy. Tuy nhiên, cho đến nay, tên lửa vũ trụ vẫn là phương tiện duy nhất có khả năng đưa tải trọng vượt khỏi sức hút trái đất, cũng như ra khỏi Thái dương hệ.

Phương tiện phóng dùng một lần là cách gọi để phân biệt với các phương tiện mang phóng vũ trụ dùng nhiều lần. Phương tiện phóng dùng một lần phổ biến nhất là các biến thể phái sinh từ tên lửa đường đạn những năm 50. Vì toàn bộ phương tiện mang đều bị loại bỏ sau khi phóng, nên dường như đây là một phương pháp phóng đắt tiền; song trong thực tế, chúng còn rẻ hơn so với những phương tiện phóng dùng nhiều lần hiện có (chẳng hạn tàu con thoi). Hầu hết các vệ tinh đã được phóng bằng phương tiện này; nhờ chúng có xác suất rủi ro thấp, thời gian phóng ngắn và giá thành tương đối hạ. Trạm thăm dò Magellan là trạm vũ trụ liên hành tinh đầu tiên được phóng bằng tàu con thoi.

Nhiều người cho rằng, điều bất hạnh là hầu hết các phương tiện phóng dùng một lần đều phái sinh từ tên lửa đường đạn; vì những tên lửa này đều được chế tạo để đầu cơ chiến tranh lạnh và bằng ngân sách chiến tranh lạnh, điều khiến chúng trở nên đắt khủng khiếp. Một thí dụ là Titan IV, có lẽ là phương tiện phóng đắt tiền nhất trong lịch sử, chỉ sau tàu con thoi. Hiện đang có nhiều kiểu loại phương tiện phóng dùng một lần khác nhau, ngoài Titan IV (Mỹ) còn có Arial 5 (Pháp), Cosmos 3, Dniepro (Nga), Long March (Trung Quốc). Liên Xô là nước giữ nhiều kỷ lục nhất về phương tiện mang phóng dùng một lần. Đây là nơi có tên lửa vũ trụ đầu tiên R-7, tên lửa vũ trụ mạnh nhất Energya.

Phương tiện phóng dùng nhiều lần (RLS) là cách gọi để phân biệt với các phương tiện mang phóng vũ trụ dùng một lần. Trạm quỹ đạo với RLS được coi là cách đi lên vũ trụ kinh tế và tin cậy nhất. Tuy nhiên do thiếu kinh nghiệm về chế tác phương tiện này, nên cũng chưa biết được chúng có chi phí thực và độ tin cậy thực ra sao. Đã có nhiều dự án phát triển phương tiện phóng dùng nhiều lần, song chỉ dự án Tàu Con thoi bắt đầu từ cuối những năm 60 là thành hiện thực, và là phương tiện duy nhất hiện đang còn được khai thác. Từ những năm 90, NASA đã bắt đầu quan tâm đến những dự án phát triển phương tiện phóng dùng nhiều lần khác, để thay thế cho Tàu Con thoi, sẽ chính thức ngừng hoạt động từ 2010, mà có lẽ triển vọng nhất là chương trình Delta Clipper.

Các chương trình phát triển RLS khởi nguồn từ những chuyện khoa học viễn tưởng được viết ra từ đầu những năm 50, trong đó nêu hai phương án chính: tàu tên lửa đơn tầng tái sử dụng cất hạ cánh thẳng đứng (cất hạ cánh kiểu tên lửa, hoàn toàn nhờ phản lực) và nằm ngang (cất hạ cánh kiểu máy bay, có cánh nâng hỗ trợ). Sau này có thêm các phương án cất cánh thẳng đứng hạ cánh nằm ngang và ngược lại, cất cánh nằm ngang hạ cánh thẳng đứng. Ngoài ra, cũng có phương án trung gian, chỉ tái sử dụng một phần chứ không phải toàn hệ thống. Như thế, Tàu Con thoi về thực chất là phương án tái sử dụng một phần với phương thức cất cánh thẳng đứng hạ cánh nằm ngang, song với tên lửa hai tầng, tầng đầu là rôcket thuốc phóng rắn.

Được bắt đầu thiết kế từ cuối những năm 60, chương trình Con thoi Vũ trụ được chính thức khởi động năm 1972, và đến 1981 con tàu đầu tiên Columbia được phóng chính thức vào ngày 12/4, kỷ niệm lần thứ 20 chuyến bay vũ trụ đầu tiên của Yuri Gagarin. Tiếp đó, các tàu con thoi khác lần lượt được bàn giao: Challenger (1982), Discovery (1983) và Atlantis (1985). Năm 1986, chỉ 5 năm sau chuyến bay đầu tiên của tàu con thoi, chiếc Challenger đã nổ tung mang theo toàn bộ phi hành đoàn 7 người. Nó được thay thế bằng tàu Endeavour (1991). Năm 2003, đến lượt Columbia ra đi cùng toàn bộ 7 nhà du hành vũ trụ. Nó không được thay thế nữa.

Mỗi tàu con thoi được thiết kế để có tuổi thọ 10 năm hoặc 100 lần phóng. NASA đã dự kiến chấm dứt chương trình Con thoi Vũ trụ, nơi thu hút phần lớn các chuyến bay có người lái của Mỹ hơn hai chục năm qua vào năm 2010, sau khi lắp ráp xong trạm Vũ trụ Quốc tế ISS. Song, sau chuyến STS-114 tháng 8/2005, toàn bộ chương trình tàu con thoi được tạm dừng để sửa chữa và giải quyết vấn đề an toàn. Tệ hại hơn, cơn bão Katrina, cũng trong tháng 8/2005, đã phá tan cơ sở lắp ráp thùng nhiên liệu ngoài Michoud đặt tại New Orlean, khiến công việc phải đình đến tận 26/9/2005. Về chương trình Con thoi đã ngốn tới trên 150 tỷ đô la này, mới đây Michael Griffin, giám đốc NASA đã cay đắng thừa nhận, "hiện không còn ai coi là con đường đúng nữa".

Liên Xô cũng có một chương trình phát triển tàu vũ trụ sử dụng nhiều lần, gọi là chương trình Buran (Bão tuyết) bắt đầu từ 1976, nhằm duy trì cán cân sức mạnh với Mỹ trong thời Chiến tranh Lạnh. Đây được coi là dự án lớn nhất và tốn kém nhất trong lịch sử thăm dò vũ trụ của Liên Xô. Được bắt đầu từ năm 1980, có mẫu chế thử đầu tiên năm 1984, phóng thử lần đầu vào năm 1988, Buran tỏ ra còn ưu việt hơn

tàu Con thoi ở chỗ có thể phóng trong điều kiện thời tiết xấu. Song đến 1993, sau khi đã tiêu tốn 20 tỷ rúp, chương trình Buran đã bị tổng thống B. Yeltsin chấm dứt. Giống như Con thoi, Buran dự kiến được dùng để thực hiện các hoạt động nghiên cứu vũ trụ, trong đó có việc đưa người lên trạm quỹ đạo Mir (phóng từ 1986 và bay trên quỹ đạo tới tận 2001). Đã có hai tàu con thoi hoàn chỉnh, 1.01Buran và 1.02 Ptichka (tên không chính thức). Năm 2002, hầm chứa tàu Buran đã sử dụng và một mô hình tên lửa mang Energya đã sập, phá hỏng con tàu. Ngoài ra, còn có các tàu Buran 2.01 và 2.02 đã chế tạo song không hề xuất xưởng; tàu Buran 2.03 bị tháo dỡ một phần và không còn tồn tại nữa.

ĐIỀU KHIỂN TÊN LỬA

Điều khiển tên lửa (Missile Guidance) - đôi khi còn gọi là lái tên lửa - là một quá trình trong đó sự chuyển động của tên lửa được thay đổi về tốc độ và hướng để thực hiện một ý đồ nhất định (tiếp cận mục tiêu hoặc một khu vực nào đó). Điều khiển tên lửa trong khi bay bao gồm điều khiển tâm khối tên lửa theo quỹ đạo và điều khiển sự quay của tên lửa quanh tâm khối (định hướng và ổn định). Điều khiển tên lửa bao gồm ba bộ phận là xác định đường bay, lập lệnh điều khiển và thực hiện lệnh điều khiển. Hệ thống làm chức năng xác định đường bay của tên lửa tới mục tiêu, so sánh với quỹ đạo thực và lập lệnh điều khiển gọi là hệ thống dẫn. Dựa vào nguyên lý làm việc của hệ thống dẫn, người ta chia ra: phương pháp tự lập, phương pháp điều khiển từ xa, tự dẫn (điều khiển tìm mục tiêu) và kết hợp.

- Đặc điểm của phương pháp tự lập là tín hiệu điều khiển được xử lý trên tên lửa và đảm bảo tên lửa chuyển động theo một quỹ đạo định trước. Có thể thực hiện dẫn tự lập nhờ các hệ thống dẫn đường quán tính, hệ thống dẫn đường định vị thiên thể cũng như các hệ thống dẫn theo chương trình khác. Nguyên lý dẫn quán tính thường được ứng dụng rộng rãi cho các tên lửa chiến lược.

- Đặc điểm của phương pháp điều khiển từ xa là tín hiệu điều khiển được xử lý tại một trạm điều khiển (do máy tính hoặc trắc thủ thực hiện) đảm bảo đưa tên lửa tới một mục tiêu định trước. Nguyên lý này thường được ứng dụng cho các tên lửa chống mục tiêu cơ động (máy bay, xe tăng, tàu chiến...). Dựa theo phương thức đưa lệnh điều khiển tới tên lửa, người ta chia ra dẫn bằng dây và dẫn bằng lệnh vô tuyến. Ngoài ra, còn có phương thức dẫn theo tia, khi đó tên lửa tự điều chỉnh để bay dọc theo đường tâm của tia (laser, radar...) tới mục tiêu.

- Đặc điểm của phương pháp tự dẫn - (còn gọi là phương pháp tự tìm mục tiêu) - là tín hiệu điều khiển được xử lý trên tên lửa theo một thông tin đặc trưng dưới dạng một bức xạ năng lượng (radar, laser, hồng ngoại, sóng milimét) hoặc phản xạ từ mục tiêu. Các hệ thống tự dẫn thường được ứng dụng cho tên lửa phòng không tầm gần, hoặc trong dẫn đường giai đoạn cuối. Tự dẫn được phân loại theo cách bố trí nguồn bức xạ năng lượng. Nếu nguồn đặt trên tên lửa, ta có phương pháp tự dẫn chủ động; đặt tại một vị trí ngoài tên lửa - tự dẫn nửa chủ động; trường hợp dẫn theo năng lượng do bản thân mục tiêu phát ra, là phương pháp tự dẫn thụ động.

Hệ thống điều hành làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều khiển, dẫn động thiết bị lái (cánh lái,loa phụt, động cơ rocket...) sao cho tên lửa đi theo đường bay mong muốn. Dựa theo nguyên lý làm việc của hệ thống điều hành, người ta chia ra: phương pháp điều khiển bằng cách lái, bằng thay đổi luồng phụt, bằng động cơ rocket phụ...

Quỹ đạo tên lửa được chia làm ba giai đoạn: phóng (xuất phát), hành trình (duy trì) và tiếp cận mục tiêu (giai đoạn cuối). Tương ứng, có cách phân loại: điều khiển giai đoạn đầu (thường cho tên lửa đường đạn), giai đoạn hành trình (thường cho tên lửa phòng không, chống tăng dẫn bằng lệnh) và điều khiển giai đoạn cuối (thường dùng phương pháp tự dẫn).

Ngoài ra, tuỳ mức độ tham gia của con người vào quá trình điều khiển có thể chia ra các phương pháp điều khiển tự động, nửa tự động, không tự động.

Trở lại với phương pháp điều khiển kết hợp, có thể có ba cách kết hợp:

- Kết hợp các phương pháp điều khiển khác nhau trong các giai đoạn khác nhau (chẳng hạn, dẫn theo nguyên lý quán tính ở giai đoạn đầu, tự dẫn ở giai đoạn cuối). Phương pháp này còn được gọi là dẫn tỷ lệ, hay dẫn phân đoạn.

- Kết hợp các phương pháp dẫn khác nhau trong cùng một giai đoạn (chẳng hạn, kết hợp dẫn theo lệnh vô tuyến tự dẫn trong giai đoạn cuối). Phương pháp này để loại trừ khả năng mất điều khiển do

một trong các hệ dẫn bị vô hiệu hoá.

- Kết hợp các loại sensor (xenxơ) khác nhau (chẳng hạn laser nửa chủ động và hồng ngoại thụ động), để tăng khả năng chống nhiễu đánh lừa. Phương pháp này còn gọi là phương pháp sensor kết hợp. Như vậy, phương pháp điều khiển kết hợp làm tăng hiệu quả điều khiển, xét cho cùng là tăng xác suất trúng đích.

Lịch sử của các phương pháp điều khiển tên lửa gắn liền với sự phát triển của kỹ thuật điện tử và kỹ thuật tên lửa. Năm 1907, R. Lautin (Pháp) đã chế tạo ra ngư lôi bay (Torpille Aérienne) - một kiểu tên lửa ổn định bằng con quay và điều khiển theo lệnh vô tuyến.Trong Chiến tranh Thế giới I, nó được dùng để oanh tạc Berlin. Năm 1925, xuất hiện tên lửa đầu tiên điều khiển theo sóng radar. Đầu Chiến tranh Thế giới II, Đức phát triển tên lửa phòng không dẫn theo lệnh vô tuyến, bắt bám mục tiêu bằng khí tài quang học. Năm 1944, xuất hiện tên lửa V-2 (Đức) dùng hệ thống dẫn đường quán tính. Cũng trong thời gian này, Đức phát triển tên lửa tự dẫn, song chưa kịp đưa ra dùng.

Trong những năm 50 và 60, với sự bùng nổ của kỹ thuật, điều khiển tên lửa ngày càng phát triển và hoàn thiện. Đến những năm 70, vấn đề trúng đích được coi là giải quyết xong. Tên lửa có điều khiển đã đạt bán kính trúng đích nhỏ hơn bán kính sát thương của đầu đạn. Đã xuất hiện khái niệm về các vũ khí *"thông minh"*, vũ khí điều khiển chính xác, vũ khí *"phóng và quên"*...Thực chất đó là các robot (người máy) quân dụng, có khả năng tự hoạt cao. Nhờ được trang bị máy tính điện tử, chúng có khả năng nhận biết, lựa chọn mục tiêu, lọc nhiễu và nhất là khả năng lập lại chương trình. Chất lượng sensor cũng được nâng cao, cho phép phát hiện mục tiêu không phải theo trọng tâm mục tiêu (nhiệt, bức xạ...) mà theo đường viền mục tiêu. Nói khác đi, chúng đã cho phép phát hiện không chỉ các nguồn bức xạ (nhiệt, điện từ...) mà cả hình dạng, kích thước và nhiều tham số khác của nguồn. Một trong những nguyên nhân đạt kết quả đó là do dùng phương pháp sensor kết hợp.

Ngoài tên lửa, phương pháp điều khiển này còn được ứng dụng cho nhiều loại vũ khí trang bị khác như bom liệng, bom cassette, đạn pháo, ngư lôi, máy bay không người lái. Chẳng hạn, điều khiển giai đoạn cuối ứng dụng cho đạn pháo đã tạo ra một bước nhảy về chất đối với khẩu pháo thông thường.

4 - CÁC VŨ KHÍ KHÁC

4.1. MÌN

Mìn, gọi đầy đủ là mìn quân dụng (military mine),[1] là một dụng cụ nổ, được bố trí tại những vị trí cố định, thường được kích hoạt nhờ tác động, trực tiếp cũng như gián tiếp của chính "nạn nhân" mục tiêu.[2]

Vì chủ yếu chỉ có phần chiến đấu, nên có thể coi mìn là hỏa khí đơn giản nhất, dễ chế tác và sử dụng nhất. Vì tác động bất ngờ do chính kẻ xâm nhập gây ra, mìn là phương tiện gây cản trở lớn nhất cho hành động chiến đấu, gây tác động tâm lý rất lớn. Và sau hết, song không phải là cuối cùng, vì được sử dụng cực kỳ rộng rãi, mìn là một trong phương tiện gây hậu quả nặng nề nhất sau các cuộc chiến tranh và xung đột vũ trang.

(1) Do khuôn khổ có hạn, ở đây ta không bàn đến các loại mìn dân dụng, được dùng phổ biến trong phá nổ, như khai khoáng, mở đường, đào giếng, hầm, phá huỷ công trình, nhà cửa; hoặc để tạo xung nổ, như thăm dò địa chất, thuỷ văn,...

(2) Cũng nên phân biệt mìn với các dụng cụ nổ khác như bom, bộc phá, thủ pháo và lựu đạn. Bom là dụng cụ nổ được bố trí, hoặc mang bằng xe, máy bay và cho kích nổ theo ý người sử dụng. Còn lựu đạn, thủ pháo và bộc phá cũng được kích nổ theo ý người sử dụng, song được ấn định trước, thường tại nơi chế tác. Vì sự khác biệt giữa các dụng cụ nổ này chỉ do cách tác động tới cơ cấu kích hoạt, nên cách phân biệt cũng không hoàn toàn rõ ràng - một dụng cụ nổ có thể được sử dụng cho những mục đích khác nhau, và vì thế, có thể gọi theo nhiều cách khác nhau. Chẳng hạn, do có thể tác động đến cơ cấu dự kích theo nhiều cách, chủ động hoặc bị động, nên lựu đạn còn có thể được dùng làm mìn bẫy. Ngay cả đầu đạn pháo, đạn súng cối và đạn bộ binh cũng có thể được dùng làm mìn, khi tạo được cơ cấu kích nổ do "nạn nhân" thực hiện.

Mìn gồm hai bộ phận cơ bản là lượng nổ và phương tiện kích nổ (ngòi nổ). Ngoài ra, còn có những bộ phận khác tùy mục đích, môi trường cũng như phương thức sử dụng. Theo môi trường sử dụng mìn được chia làm hai họ cơ bản là mìn trên bộ (địa lôi) và mìn nước (thủy lôi hay mìn hải quân). Mìn trên bộ gồm hai loại chính là mìn chống tăng và mìn chống bộ binh. Mìn nước được chia làm ba loại chính là mìn đáy (tương tự như mìn trên bộ, dùng ở mép nước, nơi có độ sâu 3m trở lại), mìn neo (dùng ở vùng nước nông, thường để bảo vệ bến cảng và căn cứ hải quân), và mìn nổi (sử dụng ở các luồng lạch và vùng nước sâu). Ngoài ra còn có không lôi, thực chất là mìn trên bộ bố trí trên cao (trên cây hoặc treo dưới khí cầu) hoặc phóng từ mặt đất lên không để chống máy bay và máy bay lên thẳng.

Nên lưu ý rằng, do dễ chế tạo nhất và được sử dụng phổ biến nhất, thuật ngữ mìn còn được dùng để chỉ mìn trên bộ. Ngoài ra, trong khá nhiều trường hợp, mìn nước cũng được gọi vắn tắt là mìn, nhất là trong các cụm thuật ngữ liên hợp như tàu săn mìn, tàu quét mìn, tàu rà phá mìn, tàu tác chiến mìn...

Ngoài cách phân loại chính trên, mìn còn được phân thành mìn tiếp xúc và mìn không tiếp xúc. Mìn tiếp xúc được kích hoạt nhờ tác động trực tiếp của nạn nhân lên mìn. Mìn không tiếp xúc được kích hoạt nhờ các hiệu ứng vật lý, như âm thanh, địa chấn, biến thiên thuỷ áp, từ trường, ánh sáng... do mục tiêu gây ra.

Mìn trên bộ xuất hiện sớm nhất, gần như chỉ sau khi phát hiện ra thuốc nổ đen. Theo thư tịch Trung Quốc, ít nhất mìn thô sơ, dưới dạng vật liệu cháy, đã được sử dụng từ thời Tam Quốc, Thế kỷ thứ III. Đến Thế kỷ XVIII, ở Châu Á địa lôi đã được sử dụng phổ biến để làm vật cản, bảo vệ đồn binh và các công trình quân sự. Trong chiến dịch Mậu Thân[(1)] - Kỷ Dậu (1788-1789), quân đội Tây Sơn dưới quyền chỉ huy của Hoàng đế Quang Trung đã vượt qua trận địa địa lôi bố trí tại các đồn lũy như Đồn Ngọc Hồi (Nam Thăng Long) để đánh tan quân Mãn Thanh xâm lược. Ở Châu Âu, với sự phát hiện ra thuốc nổ dạng gôm (thuốc nổ thứ cấp) và các phương pháp kích nổ điện (1812) và hóa (1815), mìn trên bộ được phát triển đáng kể. Trong chiến tranh Nga – Thổ (1877-1878), người ta bắt đầu sử dụng mìn tự nổ. Đó là mẫu đầu tiên của mìn chống bộ binh hiện đại.

Tới Chiến tranh Thế giới I, mìn trên bộ được sử dụng trong quân đội mọi Quốc gia. Sự xuất hiện của xe tăng trong thời gian này dẫn tới việc chế tạo mìn chống tăng chuyên dụng. Đến Chiến tranh Thế giới II, mìn trên bộ được sử dụng với quy mô lớn. Riêng trên mặt trận Xô- Đức, tổng cộng đã có trên 200 triệu quả mìn các loại được sử dụng. Thời kỳ này đã xuất hiện các loại mìn không tiếp xúc, kích nổ bằng từ tính, địa chấn, mìn điều khiển bằng lệnh vô tuyến. Ngoài ra, đã xuất hiện các loại mìn chuyên dụng: mìn cóc, mìn sáng, mìn định hướng... Mìn được bố trí trên bộ và cả trên không, như treo trên bóng bay, khí cầu để chống máy bay tầm thấp.

Do giá thành hạ, dễ chế tạo, dễ bố trí, và nhất là do tác động sát thương vừa lớn vừa bất ngờ, mìn là phương tiện gây tác động tâm lý rât lớn cho đối phương. Vì vậy sau Chiến tranh Thế giới II, mìn tiếp tục được hoàn thiện và sử dụng rộng rãi. Hiện nay, đã xuất hiện các loại mìn thế hệ mới, mang ngòi nổ số hóa tinh vi; cho phép kích nổ sau một số lượt qua lại nhất định, hoặc vào thời gian nhất định trong ngày (chẳng hạn, chỉ vào ban đêm); mìn chỉ nổ khi chịu tác động đồng thời của nhiều hiệu ứng đặc trưng của một loại mục tiêu đặc thù; mìn chống tháo, hoặc tự hủy sau một thời gian nhất định. Cũng xuất hiện các loại mìn phi kim loại, gây khó khăn đáng kể cho việc dò tìm và tháo gỡ.

Đặc biệt, đã xuất hiện vô số các loại mìn tự tạo, gây tổn thất nặng nề về sinh lực và phương tiện vật chất cho đối phương. Đáng chú ý là, nhiều phương tiện điều khiển sử dụng trong sinh hoạt thường nhật, như bộ điều khiển TV, quạt máy, và nhất là điện thoại di động cũng được sử dụng làm phương tiện kích hoạt mìn.

Song có lẽ hậu quả lớn nhất do mìn đem lại là, các bãi mìn bỏ lại sau các cuộc chiến tranh và xung đột vũ trang. Theo một số tài liệu, những cuộc chiến dai dẳng ở Đông Dương đã để lại hàng trăm triệu

---

(1) Có tài liệu gần đây gọi là chiến dịch Ngọc Hồi - Đống Đa, được coi là cách gọi không chính xác của người sau. Vì lẽ vào lúc đó, địa danh Đống Đa chưa hề tồn tại. Một bản "khan" (còn gọi là trường ca, phổ biến ở Tây Nguyên) còn lưu truyền trong tộc Banar kể về vua Quang Trung có đoạn: "...xứ Bắc gạo trắng nước trong, quân ăn không biết no. Trời nồm, bánh đa (làm lương khô) mốc hết, vùi chung cùng xác giặc thành gò, gọi là gò Đống Đa." Phải chăng tên gò vì thế mà có. (Theo Đoàn Nam Sinh).

quả mìn chưa gỡ, nhiều không kém số mìn sử dụng trong Chiến tranh Thế giới II. Trung Đông, với khoảng 600 triệu quả mìn còn chôn vùi dưới đất, do chiến tranh Iraq-Iran và các Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991 và 2003 để lại; hiện đang được coi là nơi có hiểm họa mìn lớn nhất trên Thế giới.

4.2. THỦY LÔI

Thủy lôi (seamine) - còn gọi là mìn nước hay mìn hải quân - là một họ mìn chuyên sử dụng dưới nước để diệt hoặc cản trở hoạt động của tàu chiến, nổi hoặc ngầm, xe chiến đấu lội nước và sinh lực trong môi trường nước (Xem *Mìn*). Thủy lôi là hỏa khí hải quân đơn giản nhất, dễ chế tác và sử dụng nhất và do đó được coi là phương tiện hiệu quả nhất để phong tỏa đường biển và đường thủy nói chung. Và cũng như mìn trên bộ, thuỷ lôi là phương tiện gây hậu quả nguy hiểm, nặng nề nhất sau các cuộc chiến tranh và xung đột vũ trang.

Về cấu tạo, thủy lôi gồm thân và ngòi nổ. Thân thủy lôi chứa lượng nổ mạnh, thường là TNT hoặc TNT kết hợp với các thuốc nổ khác và một khoang trống để tạo sức nổi. Do dùng lượng nổ khối lượng lớn, từ hàng chục đến hàng ngàn kilôgam, nên ngòi nổ thủy lôi thường được gắn liền với lượng nổ trung gian cực nhạy để kích nổ lượng nổ chính. Thủy lôi có thể đánh chìm các hạng tàu rất lớn nếu nổ trực tiếp ngay dưới thân tàu.

Khác với các vũ khí có động lực có khả năng tự tới mục tiêu, thủy lôi chỉ có thể diệt mục tiêu tiếp cận nó. Tuy nhiên nhờ thiết kế kín nước, thủy lôi có thể *"nằm yên chờ đợi"* hàng tuần, hàng tháng, thậm chí hàng năm, cho đến khi có dịp phát nổ. Vì vậy chúng còn được dùng để phong tỏa các hải cảng, đường vận tải thủy, căn cứ hải quân và các vùng biển quan trọng.

Thuỷ lôi được phân loại theo nhiều cách. Theo nguyên lý kích nổ, chúng được chia thành ba loại chính: tiếp xúc (nổ khi va chạm trực tiếp với tàu); không tiếp xúc (nhờ tác động của các trường vật lý, như từ trường, âm thanh... được tạo ra khi tàu chạy qua ở một cự ly nhất định); và công binh (điều khiển bằng dây hoặc vô tuyến từ bờ). Theo cách bố trí, chúng được chia thành ba loại: đáy (dùng cho vùng mép nước), thực chất là địa lôi hay mìn trên bộ; neo (dùng ở vùng nước sâu trung bình, thường quanh bến cảng); và trôi (dùng ở vùng nước sâu).

Thủy lôi neo có neo đặc biệt giữ thủy lôi ở độ sâu nhất định dưới nước. Lượng thuốc nổ của thủy lôi neo có thể tới 350 kg. Thủy lôi đáy nằm ở đáy nước, vỏ kim loại đường kính cỡ 0.6m, chiều dài đến 6m và có thể chứa 250-1.000 kg thuốc nổ.

Thường, thủy lôi đáy không bố trí sâu quá 50-70m. Tuy nhiên thủy lôi đáy chống tàu ngầm có thể bố trí sâu hơn. Thủy lôi đáy chủ yếu dùng ngòi nổ không tiếp xúc (từ trường, cảm ứng điện từ, âm thanh, thủy động hoặc kết hợp các hiệu ứng).

Thủy lôi trôi lơ lửng dưới nước ở độ sâu nhất định nhờ một thiết bị điều chỉnh độ sâu. Do tính nguy hiểm của nó, thủy lôi trôi thường có cơ cấu tự đánh chìm hoặc tự hủy sau một thời gian nhất định. Chúng cũng dùng ngòi nổ tiếp xúc hoặc không tiếp xúc như thuỷ lôi đáy.

Thủy lôi trôi được sử dụng lần đầu vào 1769, trong Chiến tranh Nga – Thổ. Thủy lôi đáy được sử dụng thử đầu tiên năm 1840. Viện sỹ người Nga Ykoki đã thử nghiệm thủy lôi neo có ngòi nổ va chạm. Sau đó nó được sử dụng trong Chiến tranh Crưm (1853-1856) để bảo vệ hải cảng. Ngay từ năm 1882, người ta đã tiến hành nghiên cứu cơ cấu tự động thả thủy lôi neo ở độ sâu định sẵn. Trong chiến tranh Nga – Nhật (1904-1905) đã dùng nhiều thủy lôi. Nhưng đến Chiến tranh Thế giới I, thủy lôi mới được sử dụng rộng rãi. Các nước tham chiến đã dùng tới 310.000 thủy lôi, đánh chìm khoảng 400 tàu chiến và 600 tàu chở hàng.

Trong Chiến tranh Thế giới II, có khoảng 700.000 thủy lôi được sử dụng và đánh chìm khoảng 750 tàu Anh và Mỹ, trên 210 tàu Phát xít Đức và 213 tàu Nhật. Hải quân Liên Xô đã thả thủy lôi ở vùng Biển Baltique, Biển Đen và Baren để ngăn chặn hoạt động của hải quân Phát xít Đức, gây thiệt hại lớn. Thủy lôi có ngòi nổ không tiếp xúc (từ trường, âm thanh, ngòi nổ kết hợp từ trường và âm thanh) được sử dụng lần đầu tiên trong Chiến tranh Thế giới II. Ngay từ lúc này, bên cạnh tàu nổi và tàu ngầm, máy bay cũng bắt đầu được dùng để thả thủy lôi.

Sau chiến tranh, cùng với sự phát triển của công nghệ điện tử và thông tin, thủy lôi cũng được phát triển mạnh mẽ. Cuối những năm 60, đã xuất hiện những thủy lôi thông minh, có khả năng kích nổ sau

khi tàu đi qua một số lần nhất định, gây khó khăn đáng kể cho dò phá. Đầu những năm 70, một số nước đã phát triển nhiều loại thủy lôi mới, như thủy lôi tự rải, thủy lôi di động và thủy lôi tự tìm mục tiêu. Thủy lôi tự rải là một dạng thủy lôi đáy, có khả năng cơ động một đoạn ngắn (cỡ vài chục đến vài trăm mét ngay sau khi rải). Nhờ đó, sau khi rải chúng có thể nhanh chóng tản khai trên một vùng rộng, vừa tăng phạm vi tác động vừa khó rà phá. Trong khi đó, các loại thủy lôi di động và tự tìm mục tiêu được xếp vào thế hệ vũ khí thông minh. Nhờ bộ điều khiển dựa trên vi xử lý, và động cơ nhỏ chạy bằng điện hoặc nhờ năng lượng của sóng biển hoặc thủy triều, thủy lôi tự di chuyển có khả năng tiếp cận dần và kích nổ khi gặp tàu. Vì thế, đây là loại thủy lôi đặc biệt nguy hiểm với tàu thuyền đang neo đậu. Trong khi đó, thủy lôi tự tìm mục tiêu, hay còn gọi là mìn ngư lôi, trên thực chất, lại là ngư lôi. Song nó được cố định trong thùng phóng kiêm bảo quản, neo hoặc nằm ở đáy nước, và được phóng cũng như điều khiển theo lệnh hoặc tự dẫn dưới tác động của trường vật lý của tàu mục tiêu. Với ngư thủy lôi, cự ly tác dụng được tăng lên về chất, và do đó, giảm đáng kể số thủy lôi cần bố trí. Hơn nữa, do không cần trực tiếp sử dụng tàu để phóng, nên đây là một vũ khí rất lợi hại nhờ tính bất ngờ. Tuy nhiên, việc sử dụng ngư thuỷ lôi là một con dao hai lưỡi. Khó có thể phân biệt địch ta, nên không loại trừ trường hợp đánh nhầm quân nhà. Có lẽ, chính đây là nguyên nhân khiến người ta không thấy thông tin về việc ngư thủy lôi được sử dụng thực chiến.

Trong Chiến tranh Việt Nam, thủy lôi được cả hai phía sử dụng. Trên chiến trường Nam Việt Nam, đã xuất hiện nhiều thủy lôi, phần lớn là tự tạo, song hiệu quả khá lớn. Một trong những nguyên nhân là Việt Nam đã tự chế tạo được ngòi nổ áp suất, kích nổ dựa trên áp suất thuỷ động do tàu tạo ra - một nguyên lý khá thành công cho thủy lôi lớn, sử dụng trên biển, song chưa được dùng cho thủy lôi đánh tàu thuyền nhỏ. Nhiều tàu thuyền của phía Mỹ bị thủy lôi nhấn chìm, trong đó ít nhất có một tàu chở máy bay (tàu Carder). Ngoài tàu thuyền, thủy lôi tự tạo còn được sử dụng khá hiệu quả để đánh cầu, với lượng thuốc nổ có trường hợp lên đến 1 tấn.

Mỹ cũng sử dụng thủy lôi rộng rãi trongChiến tranh phá hoại Miền Bắc Việt Nam (1964-1973). Được chế tạo dưới dạng bom (ở Việt Nam lúc đó gọi là bom từ trường), chúng được thả chủ yếu từ máy bay, để phong tỏa các hải cảng cũng như các tuyến giao thông thủy bộ huyết mạch tại Miền Bắc cũng như dọc Đường Trường Sơn. Mặc dù phát triển ngòi nổ ngày càng tiên tiến hơn, kể cả ngòi nổ có khả năng chọn mục tiêu sau một số lần tàu qua lại nhất định, được coi tiên tiến nhất lúc đó. Song trước những phát triển sáng tạo về kỹ thuật dò phá, dù không cao về công nghệ chế tác, và do đó không đắt tiền của phía Việt Nam, nên số bom từ trường - thủy lôi này ít phát huy tác dụng. Năm 1973, theo Hiệp định Paris, phía Mỹ đã tiến hành phá hủy số thủy lôi đã rải, nhưng sau một tháng chỉ phá được một quả. Không những thế, ngòi nổ đã tháo gỡ còn được dùng để tạo thủy lôi đánh lại Mỹ. Ít nhất tại Cửa Việt (Quảng Trị) đã có một tàu Mỹ bị thủy lôi tự tạo trên ngòi nổ lấy của Mỹ đánh chìm.

Do tương đối đơn giản, nên ngoài Mỹ và các cường quốc hải quân, thủy lôi các loại vẫn được các nước đang phát triển chế tạo và sử dụng khá thành công. Trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, mặc dù đã huy động một lực lượng phá thủy lôi khổng lồ, gồm cả tàu thuyền và máy bay lên thẳng, song Mỹ vẫn bị thủy lôi Iraq đánh hỏng hai tàu lớn - tàu tuần dương phòng không CG-59 Princeton và tàu đổ bộ xung kích Tripoli.

4.3. NGƯ LÔI

Ngư lôi - gọi theo tiếng Latinh là Torpedo *(cá đuối điện)* - là một loại vũ khí hải quân tự chuyển động dưới nước, tự điều khiển đến mục tiêu, mang theo lượng nổ để tiêu diệt tàu ngầm, tàu nổi, đánh phá các hải cảng, âu tầu... Trong tác chiến hải quân, sự xuất hiện của ngư lôi lần đầu tiên đã cho thấy một nghịch lý - tàu lớn không phải bao giờ cũng là tàu mạnh. Và với sự tiến hóa của các phương tiện mang ngư lôi - tàu phóng lôi, tàu ngầm rồi máy bay, ngư lôi là phương tiện đầu tiên góp phần đặt dấu chấm hết cho các hạm nổi cồng kềnh, một thời là niềm kiêu hãnh của các cường quốc hải quân, như tàu tuần dương và tàu bọc thép.

Có nhiều cách phân loại ngư lôi. Tùy dạng động cơ, chúng được chia thành ngư lôi khí nén, ngư lôi điện và ngư lôi phản lực. Theo dạng lượng nổ mà chúng được chia thành ngư lôi thông thường và ngư

lôi hạt nhân. Và tùy đặc tính điều khiển, chúng được chia thành ngư lôi tự dẫn, ngư lôi điều khiển ngoài và ngư lôi chạy thẳng.

Với chiều dài khoảng 2,9-9m, ngư lôi thường mang hai ngòi nổ: ngòi nổ tiếp xúc khi chạm vào thành tàu, và ngòi nổ không tiếp xúc, gây nổ khi chịu tác động của các trường vật lý khác nhau. Ngư lôi được lắp các hệ máy móc phức tạp cho phép tự động lái ngư lôi theo hướng và độ sâu định trước.

Quả ngư lôi đầu tiên được chế tạo tại Anh vào năm 1866. Nó trông giống như cái guồng sợi, dài 3,5m nặng 1.400kg (lượng nổ 8kg), có thể chạy xa 800m với vận tốc 6-8 hải lý/giờ. Từ năm 1870, ngư lôi được nhanh chóng trang bị trong hạm đội nhiều nước và được coi là vũ khí chính của thuyền phóng lôi. Sau đó, nó được trang bị cho tàu khu trục, rồi cho nhiều hạng tàu khác, như tàu tuần dương và tàu ngầm. Trong Chiến tranh Nga - Nhật, lần đầu tiên ngư lôi được sử dụng với quy mô lớn (263 quả), chủ yếu phóng từ tàu khu trục. Sau đó, nó được sử dụng ngày càng nhiều hơn. Trong Chiến tranh Thế giới I (1914-1918) có 2.500 quả ngư lôi được phóng đi. Tới Chiến tranh Thế giới II (1939-1945) ngư lôi được sử dụng với số lượng kỷ lục, riêng số do Anh, Mỹ phóng đi đã lên tới 30.000 quả.

Được trang bị cho tàu ngầm, ngư lôi trở thành một vũ khí cực kỳ lợi hại. Nói đúng hơn, ngư lôi đã biến tàu ngầm thành một phương tiện chiến đấu lợi hại, không dễ phát hiện và không thể tiêu diệt bằng súng pháo. Trong Chiến tranh Thế giới II, *"tàu bọc thép cao tốc"* Kongo của Nhật đã bị tàu ngầm Sealion của Mỹ dùng 3 ngư lôi đánh chìm tại eo biển Formosa. Thậm chí, tàu ngầm Đức còn tiêu diệt tàu bọc thép Elisabeth - niềm kiêu hãnh của nước Anh - ngay trong cảng. Ngư lôi cũng khiến những *"hạm đội muỗi mắt"*, gồm các tốc hạm phóng lôi trở thành cơn ác mộng đối với các lực lượng hải quân lớn. Và có thể nói, với tàu ngầm trước khi có vũ khí tên lửa, ngư lôi đã là vũ khí thiết yếu đến nỗi tàu ngầm từng được gọi là *"thuyền phóng lôi ngầm"*. Cũng nên biết rằng, cho đến nay ngư lôi vẫn là một trang bị tiêu chuẩn của tàu ngầm, như khẩu súng trường cho người lính bộ binh. Ngay cả với tàu ngầm hạt nhân cũng không có ngoại lệ. Vì vậy mới có chuyện, nhiều tàu ngầm được cải hoán để phóng tên lửa hành trình bằng cách cho tên lửa phóng đi từ ống phóng lôi, như với tàu Lousiana - tàu ngầm đầu tiên được dùng để phóng tên lửa Tomahawk vào Iraq năm 1991.

Từ năm 1930, xuất hiện máy bay mang ngư lôi, làm đảo lộn phương thức tác chiến trên biển trước đây. Cùng với bom chìm, ngư lôi thả từ máy bay đã khiến cho tác chiến không đối hải thực sự trở thành một bộ phận quan trọng trong tác chiến trên biển.

Sau Chiến tranh Thế giới II, ngư lôi dường như ít được chú ý hơn. Điều đó một phần do sự phát triển của máy bay và vũ khí tên lửa, cái đã góp phần giảm đáng kể vai trò của ngư lôi trong chống tàu chiến nổi. Phần khác do ít xảy ra các cuộc hội chiến hải quân. Tuy nhiên, ít nhất cũng có hai cuộc chiến mà trong đó không thể không kể đến vai trò của ngư lôi. Một là cuộc Chiến tranh Manvinat năm 1982, trong đó tàu ngầm hạt nhân Anh HMS Conqueror đã dùng ngư lôi đánh chìm tàu tuần dương General Belgrano của Argentina. Trước đó, năm 1964 tại Miền Bắc Việt Nam tàu khu trục Mỹ đã bị tàu phóng lôi đánh đuổi. Mặc dù không bị ngư lôi đánh hư hỏng, song trận đánh gây ấn tượng đến nỗi, lính thủy Mỹ trên tàu khu trục Maddox đã *"ngủ mê"* thấy *"bị tàu phóng lôi Bắc Việt tiến công"*, gây ra cái gọi là sự kiện Vịnh Bắc Bộ đầy tai tiếng[1] (Xem thêm *Tàu khu trục*).

Mặc dù đã có vũ khí tên lửa, song trong tác chiến chống tàu ngầm, ngư lôi vẫn là phương tiện đánh chủ yếu, không thể thay thế. Đã xuất hiện dạng ngư lôi vạn năng có thể diệt cả tàu nổi lẫn tàu ngầm. Liên Xô/Nga còn có một sáng chế độc đáo: tên lửa - ngư lôi. Thực chất, đó là tên lửa có tầng cuối hay đầu đạn ngư lôi, cho phép bất ngờ diệt tàu ngầm ở cự ly lớn hơn đáng kể so với ngư lôi truyền thống. Tất nhiên nó hoàn toàn có thể tiêu diệt tàu nổi, kể cả khi không trực tiếp đánh trúng mục tiêu từ trên không. Một số nước chế tạo ngư - thủy lôi, loại ngư lôi được neo cố định dưới đáy biển và được phóng đi theo lệnh hoặc tự động khi có tàu chiến đối phương. Từ những phát triển nhanh chóng và đa dạng này có thể thấy, ngư lôi đã đang và vẫn là vũ khí không thể thiếu trong tác chiến hải quân.

---

(1) Chính McNamara, Bộ trưởng Quốc phòng Mỹ lúc đó, đã dùng chữ "ngủ mê" để nói về báo cáo của lính thủy tàu Maddox ngày 4/8/1964. Song, sau này ông cũng cho rằng "dẫu không có sự kiện Vịnh Bắc Bộ thì phía Mỹ vẫn phải tìm ra một cớ nào đó khác, vì với Mỹ leo thang chiến tranh đã trở thành nhu cầu tất yếu".

5 - TÀU HẢI QUÂN

Tàu hải quân là tàu thủy dùng cho mục đích quân sự. Tàu hải quân khác với tàu dân dụng về cấu trúc và mục đích. Nhìn chung, tàu hải quân có khả năng chịu công phá và được trang bị nhiều hệ thống vũ khí khác nhau.

Thuật ngữ tàu chiến thường được dùng để chỉ phạm trù tàu hải quân được thiết kế để sử dụng trong chiến đấu, đối lập với hoạt động tiếp tế hoặc sửa chữa.

Phân loại tàu hải quân là một lĩnh vực luôn biến động theo thời gian, và không phải là lĩnh vực được thoả thuận trên phạm vi rộng. Theo cách phân loại trong hải quân Mỹ, Quốc gia có đội tàu hải quân lớn nhất và đa dạng nhất Thế giới hiện nay, tàu hải quân được chia ra thành các họ sau:

- Tàu sân bay - họ tàu dùng làm sân bay nổi cơ động, được thiết kế chủ yếu nhằm mục đích tiến hành tác chiến bằng máy bay mang theo, để công kích mục tiêu trên không, trên mặt nước, dưới ngầm và trên bờ.

- Tàu chiến nổi - họ tàu nổi lớn, trang bị mạnh, được thiết kế để giao chiến trên biển xa, gồm các hạng tàu bọc thép (thiết giáp hạm), tuần dương bọc thép (thiết giáp tuần dương hạm), tuần dương (tuần dương hạm), khu trục (khu trục hạm) và frigat (khoái hạm hay khinh hạm).

- Tàu ngầm - họ tàu hoạt động bên dưới mặt nước, dùng cho chiến đấu, hỗ trợ, hoặc nghiên cứu và phát triển.

- Tàu tuần tiễu - họ tàu hoạt động bên ngoài vùng ven bờ, có khả năng giám sát trên biển đủ lâu, trên 48 giờ trên biển xa mà không cần chi viện.

- Tàu tác chiến thủy bộ - họ tàu có khả năng tiến hành đổ bộ đường biển và hoạt động dài ngày trên biển xa.

- Tàu hậu cần chiến đấu - họ tàu có khả năng tiếp tế vật chất kỹ thuật cho các đơn vị của hạm đội.

- Tàu tác chiến thủy lôi - họ tàu có chức năng chính là tác chiến thủy lôi trên biển xa.

- Tàu phòng thủ ven bờ - là họ tàu có chức năng chính là tuần tiễu và ngăn chặn.

- Tàu hậu cần cơ động - họ tàu có khả năng bảo đảm vật chất kỹ thuật trực tiếp cho các đơn vị đã triển khai khác đang hoạt động xa căn cứ.

- Tàu bảo đảm - họ tàu được thiết kế để hoạt động trên biển xa trong các điều kiện thủy dương khác nhau để bảo đảm chung cho các lực lượng tàu chiến hoặc căn cứ trên bờ.

Thuyền chiến xuất hiện khá sớm trong lịch sử. Sáng chế ra cánh buồm, vật cho phép dùng sức gió đẩy thuyền là một trong những yếu tố giúp con người chinh phục biển khơi. Theo thư tịch Trung Quốc, thuyền chiến có buồm đã xuất hiện ít nhất từ thời nhà Hán (200 Tr.C.N – 200 S.C.N); còn theo những phù điêu trên trống đồng Đông Sơn, hình ảnh thuyền chiến với buờm (buồm thô sơ bằng lá cây đan kết) đã được ghi lại ít nhất từ năm 500 Tr.C.N. Trong thời đại thuyền buồm, đã có nhiều sáng chế, chủ yếu tại Châu Á cho phép điều khiển tàu linh hoạt và khó bị chìm. Trên thuyền thời Đông Sơn, đã xuất hiện bánh lái dưới dạng một mái chèo lớn đặt ở đuôi thuyền, vừa để chèo vừa để lái - một cách làm vẫn phổ biến với thuyền người Việt ngày nay. Còn bánh lái gỗ gắn trên trục tròn ít nhất đã xuất hiện trên thuyền đời Hán. Đến Thế kỷ XIV tại Trung Quốc đã có tới ba hạng thuyền khác nhau là hạm (phiên âm tiếng Anh là Junk), đĩnh (dhow) và thuyền nhỏ (kakam). Một hạm có thể chở đến 1.000 người, gồm 600 thủy thủ và 400 lính với khiên và nỏ. Buồm cho những tàu lớn như vậy đã được lồng tre nguyên cây để bảo đảm diện tích. Sang Thế kỷ XV, tại Châu Á tàu thuyền quân sự đã khá phát triển. Đã có những loại tàu thuyền chuyên dụng, làm tàu chỉ huy, tàu chiến đấu, tàu chở quân và lương thảo.[1]

---

(1) Trong cuộc viễn chinh Ấn Độ Dương năm 1405, Trịnh Hòa mang theo tới 27.000 quân, đi trên 317 tàu thuyền nhiều loại. Lớn nhất là "bảo hạm" (treasure ship) dùng cho đô đốc và các tuỳ tùng; có tới 9 cột buồm, dài 120m, rộng 50m. Tiếp sau là "mã hạm" (horse ship) chở hàng hóa và vật tư sửa chữa cho hạm đội (8 cột buồm, khoang 103x138m); "cung hạm" (supply ship, 7 cột buồm, 78x35m); "binh hạm" (troop transport, 6 cột buồm, 67x25m); "chiến hạm Phúc Kiến" (Fuchuan warship, 5 cột buồm, 50m); thuyền tuần tiễu (patrol boat, 8 mái chèo, khoảng 37m); tàu chở nước (water tanker), với lượng nước ngọt và lương thực đủ dùng trong một tháng.

Đặc biệt thuyền còn được dùng làm vũ khí, mà thuyền mẹ con của Đại Việt là một điển hình. Về vũ khí hải quân, bên cạnh cung nỏ và vật liệu cháy nổ, lúc này cũng đã xuất hiện súng pháo hải quân, mà một thí dụ nổi bật là "thần sang cơ pháo" do Hồ Nguyên Trừng sáng chế (Xem *Pháo*)[1].

Có hai phong cách chế tạo thuyền chiến. Một là phong cách đóng tầu lớn, bằng ván dày, thân rộng (chiều dài thường gấp đôi chiều rộng), chịu sóng tốt, tiêu biểu là tàu thuyền Fuchuan (Phúc Kiến). Hai là phong cách Đại Việt, nhất là Đàng Trong, thiên về đóng tàu tương đối nhẹ, bằng ván mỏng hơn, với thân thon dài chia làm nhiều khoang kín nước, vừa chạy nhanh vừa khó chìm. Nhờ học được phong cách này, cộng với sáng chế pháo đặt trên 4 bánh xe (Thế kỷ XVI, xem *Pháo*), hạm đội Anh đã đánh thắng Hạm đội Vô địch (Armada) của Tây Ban Nha, làm chủ đại dương Thế giới trong thời đại tàu buồm. Đến lúc này, đã xuất hiện các tàu chiến chuyên sử dụng trên đội hình chiến đấu thành tuyến, với vỏ bọc giáp, tiền thân của tàu bọc sắt hay thiết giáp hạm sau này; đã xuất hiện các tàu nhỏ nhẹ hơn, làm nhiệm vụ tuần phòng, xuất phát từ lớp tàu ba cột buồm, là tiền thân của tàu tuần dương và khinh hạm (Fregate) sau này. Cho đến lúc này, tàu Châu Âu đã bắt đầu lớn hơn tàu thuyền Châu Á. Những cột buồm lớn bằng gỗ thông xứ Castile *(tên cổ của Tây Ban Nha)* mang những tấm buồm vuông đã lấn át hẳn buồm xương cá. Đến Thế kỷ XIX, khi xuất hiện tàu chiến bọc thép chạy bằng hơi nước, trang bị pháo nòng rãnh, diện mạo của hạm đội hiện đại đã dần hé lộ.

Tuy nhiên, Thế kỷ XX mới là lúc xuất hiện vô số loại hình tàu chiến, tạo thành những họ tàu thuyền chưa từng có trước đây, như họ tàu sân bay và họ tàu đổ bộ; xuất hiện vô số những hạm tàu nguyên lý mới, như tàu lướt, tàu cánh ngầm và tàu đệm khí - một phương tiện nằm trung gian giữa các phương tiện mang phóng trên sông biển và trên bộ. Gắn với điều đó, những chiến hạm nổi cồng kềnh và nặng nề từng là niềm kiêu hãnh của các cường quốc hải quân nếu không bị nhấn chìm dưới đáy biển (như tàu bọc thép Bismarck của Đức), thì chuyển sang mang vũ khí chi viện mặt đất (như tàu bọc thép Wisconsin của Mỹ); hoặc dùng vào những công việc khác, như làm tàu bệnh viện (tàu vận tải đổ bộ Tarawa của Mỹ); hoặc đi vào viện bảo tàng. Trường hợp hai tàu bọc thép Misouri và Wisconsin của Mỹ được đưa về triển lãm sau khi dự chiến lần cuối trong cuộc Chiến tranh vùng Vịnh 1991 là những điển hình. Song những nguyên lý chế tạo tàu thuyền tưởng như đã cũ kỹ, bị lãng quên; nay cũng lại được hồi sinh những đề án chế tạo tàu sân bay trên cơ sở tàu hai thân (catamaran), một phương tiện do cư dân Đông Nam Á sáng tạo ra từ 4000 năm trước là thí dụ.

Ngày nay, với các cường quốc trên biển, khái niệm hạm đội không phải bao giờ cũng đồng nhất với khái niệm hải quân nói chung. Mỗi hạm đội có thể bao gồm nhiều tập đoàn hay cụm tác chiến đặc nhiệm. Trong mỗi cụm tác chiến đặc nhiệm lại có một tàu hay hạm tàu chủ lực, đóng vai trò hạt nhân nòng cốt. Tàu chủ lực không phải là một tiêu chí phân loại, song là một quan niệm hữu ích khi cân nhắc về chiến lược, chẳng hạn để so sánh sức mạnh tương đối trên chiến trường, không quá đi sâu vào các chi tiết như lượng giãn nước hay cỡ pháo.

Trong Thế kỷ XX, đặc biệt trong Chiến tranh Thế giới I, đóng vai trò tàu chủ lực thường là các tàu bọc thép và tuần dương, song trong Chiến tranh Thế giới II, đã nổi lên vai trò của tàu sân bay - một họ tàu hoàn toàn mới. Tất cả những tàu này đều cỡ từ 20.000 tấn trở lên. Cũng có những biệt lệ, chẳng hạn mặc dù quan trọng, tàu tuần dương hạng nặng không được coi là tàu chủ lực. Song giới hải quân Quốc tế cho rằng trong thời Chiến tranh Lạnh, tàu tuần dương tên lửa lớp Kirov của Liên Xô có lượng giãn nước không thua kém các tàu chủ lực thời Chiến tranh Thế giới II, và vì thế, có thể coi là tàu tuần dương bọc thép của kỷ nguyên này. Trong Thế kỷ XXI, tàu sân bay là tàu chủ lực duy nhất còn lại, với uy lực được xác định không phải theo số nòng pháo và cỡ nòng, mà theo số boong và số máy bay trên mỗi boong.

Định nghĩa về tàu chủ lực được nêu ra ít nhất trong những hiệp ước hạn chế vũ khí từ những năm 20 và 30 của Thế kỷ XX.

Cũng nên biết thêm rằng, trước khi xuất hiện lực lượng hải quân toàn tàu thép cuối Thế kỷ XIX, tàu chủ lực là tàu chiến thuộc một trong ba hạng:

---

(1) Có tài liệu còn cho biết, đến thế kỷ XVI tại châu Á đã xuất hiện pháo đặt trên thuyền, bắn đạn đôi, nối với nhau bằng dây xích, có thể phá gẫy cột buồm. Tuy nhiên, không rõ cách bố trí khử giật hậu cho pháo - yếu tố then chốt để sử dụng được pháo lớn trên tàu thuyền.

- Hạng nhất: có 100 pháo trở lên, bố trí trên ba hoặc bốn boong. Tàu bốn boong thường gặp nhiều khó khăn về mớn nước và boong dưới cùng hiếm khi có thể bắn được, trừ khi biển lặng.

- Hạng hai: có khoảng 90-98 pháo.

- Hạng ba: có khoảng 64-80 pháo (mặc dù tàu 64 pháo có kích thước nhỏ và không phổ biến).

Theo cách phân hạng như vậy, khinh hạm là các tàu thuộc hạng tư hoặc hạng năm, còn tàu hộ tống (hộ vệ) thuộc hạng sáu.

6 - HỌ TÀU CHIẾN NỔI

Tàu chiến nổi là những tàu nổi hay tàu mặt nước lớn, trang bị mạnh, được thiết kế để giao chiến trên biển xa. Có thể coi đây là họ tàu chiến phát triển liên tục và lâu dài nhất trong hải quân. Sự thăng trầm về giá trị và sức sống của nó, về mặt nào đó, có thể được coi là một thước đo của lịch sử phát triển vũ khí trang bị nói chung, vũ khí trang bị và vai trò của lực lượng hải quân trong quân sự nói riêng.

Tàu chiến nổi là một họ tàu chiến. Tàu vận tải đổ bộ, tàu sân bay và tàu tác chiến thủy lôi là vài thí dụ về những họ tàu chiến không thuộc họ tàu này.

Tàu chiến nổi chiến đấu với nhau chủ yếu bằng vũ khí do nó mang theo, như pháo, ngư lôi, thủy lôi và gần đây có thêm tên lửa. Đó là điểm phân biệt nó với họ tàu sân bay. Theo kích cỡ và hoặc vũ khí cũng như chức năng nhiệm vụ, họ tàu chiến nổi thường được phân chia thành các hạng là tàu bọc thép (thiết giáp hạm), tuần dương bọc thép (thiết giáp tuần dương hạm), tuần dương (tuần dương hạm), khu trục (khu trục hạm), frigat (khoái hạm hay khinh hạm) và tàu hộ tống (hộ vệ). Mỗi hạng tàu có một lịch sử với những biến động, những bước chìm nổi riêng. Song nhìn chung, sau một thời kỳ phát triển đặc biệt mạnh mẽ từ Thế kỷ XV đến đầu Thế kỷ XX, dường như những hạng tàu lớn nhất thuộc họ tàu chiến nổi, như tàu bọc thép, tàu tuần dương bọc thép, đang dần nhường vai trò cho những họ tàu mới, có uy lực hơn và sức sống cao hơn.

6.1. TÀU BỌC THÉP

Tàu bọc thép là hạng tàu chiến nổi được trang bị nặng nhất và bọc thép dày nhất. Chúng được thiết kế để giao chiến với tàu chiến đối phương bằng hỏa lực pháo trực tiếp hoặc gián tiếp. Ngoài ra, chúng còn được dùng để pháo kích các mục tiêu gần bờ và trên bờ, chi viện cho bộ binh đổ bộ. Giữa Thế kỷ XX, chúng trở nên lỗi thời do tàu sân bay có tầm tác dụng xa hơn cũng như uy lực công kích mạnh hơn; mặc dù vẫn được sử dụng làm phương tiện pháo kích vùng duyên hải và mang phóng tên lửa cho đến tận cuối những năm 90 của Thế kỷ XX.

Sau sự phát triển của chiến thuật tuyến chiến đấu từ giữa Thế kỷ XVII, những hạm tàu có thể tham gia tuyến được gọi là tàu tuyến chiến đấu, hay vắn tắt là tàu chiến đấu. Theo phân hạng giãn nước, tàu chiến đấu gồm các hạng nhất, nhì và ba. Các tàu hạng tư và năm được gọi là khinh hạm (tàu chiến ba cột buồm), còn hạng sáu là tàu tuần tiễu (một buồm). Các tàu nhỏ được dùng cho liên lạc và trinh sát chứ ít khi dùng cho hải chiến. Đây là cách bố trí hợp lý trong Thế kỷ XVIII; song đến Thế kỷ XIX, danh pháp này bị đảo lộn do sự xuất hiện của các tàu bọc thép một boong chạy bằng hơi nước, có ít pháo nhưng uy lực rất cao. Về kỹ thuật, phải gọi đây là khinh hạm vì chúng chỉ có một boong pháo, song được thiết kế để hoạt động trên tuyến chiến đấu.

Có thể coi nguồn gốc của tàu bọc thép là các *"tàu lớn," như galê (galleon)*[1], xuất hiện ở vài nước Châu Âu khoảng 1410. Bản thân chúng còn thua xa các hạm tàu buồm của đế quốc Trung Hoa, được các nhà du lịch như Marco Polo mô tả. Từ Thế kỷ XVII, tàu chiến đã trở thành công cụ tác chiến trên biển chính của hải quân các nước Châu Âu suốt 300 năm, sản sinh ra các đế quốc với những thuộc địa rộng lớn.

---

(1) Tàu buồm nhiều boong, chủ yếu do các nước Châu Âu sử dụng trong các Thế kỷ XVI - VIII, thường được trang bị pháo, dù là tàu buôn hay tàu chiến.

Trong Thế kỷ XVII đã có các hạm đội hàng trăm tàu thuyền khác nhau; và đến giữa Thế kỷ XVIII, đã hình thành một số thiết kế tàu chiến đấu tiêu chuẩn: tàu hai boong (có hai boong đặt pháo bắn qua ô cửa) 50 pháo (để hộ tống các đoàn tàu vận tải); tàu hai boong 64-90 pháo đóng vai trò chính trong hạm đội; và các tàu lớn hơn, có ba bốn boong, dùng làm kỳ hạm (tàu chỉ huy). Các hạm đội 10-25 tàu như thế đã kiểm soát các tuyến giao thông trên biển cho các cường quốc hải quân lớn của Châu Âu, đồng thời hạn chế hoạt động buôn bán theo đường biển của các nước đối địch.

Nhờ lực lượng hải quân thiện chiến, thạo đi biển, và được dành nhiều nguồn tài nguyên, nên dù lục quân không lớn Anh vẫn có sức cạnh tranh hơn hẳn so với các nước Châu Âu khác. Trong các cuộc chiến tranh với Napoleon, Anh đã thắng nhiều trận hải chiến, nổi tiếng nhất là trận Trafalgar khiến một số nước phải ngừng đóng tàu. Các cuộc chiến tranh Napoleon đã cho phép Anh vượt qua Pháp, đồng thời trở thành lực lượng hải quân lớn mạnh và chuyên nghiệp nhất Thế giới.

Tuy nhiên, từ đầu những năm 40, những đổi mới công nghệ đã bắt đầu khiến quan niệm về tàu chiến thay đổi mang tính cách mạng. Hệ thống động lực hơi nước tin cậy khiến tàu chiến cơ động hơn, thay thế hẳn cho tàu chiến chạy buồm. Pháo hải quân với đạn nổ bắn xuyên qua vỏ tàu, do đô đốc Pháp Henri-Joseph Paixhans sáng chế, cho phép gây nổ cháy tàu, đã được hải quân các nước Pháp, Anh, Nga và Mỹ đưa vào trang bị năm 1841. Uy lực được khẳng định trong chiến tranh Crưm của pháo đạn nổ dẫn đến việc phát triển tàu chiến bọc thép, năm 1859, và việc đóng tàu vỏ sắt. Những năm 1860, các cường quốc hải quân đã đóng hạm tàu kiểu *"khinh hạm bọc sắt"*, chỉ có một boong song dùng làm tàu chiến đấu. Tàu vỏ toàn sắt đầu tiên xuất hiện năm 1876, với việc Pháp hạ thủy tàu Redutable.

Đạn nổ được dùng cho pháo trên bộ từ lâu; song với pháo hải quân đường đạn căng hơn, phải có cơ cấu giữ chậm bảo đảm an toàn cho pháo. Với cơ cấu giữ chậm do Paixhans (Pháp) sáng chế, đạn nổ có thêm uy lực gây cháy nổ tàu. Được Nga dùng trong trận Sinop (1853), diệt cả một hạm đội Thổ Nhĩ Kỳ; và sau khi được John A. Dahlgren (Mỹ) hoàn thiện thêm, đạn nổ hải quân được sử dụng rộng rãi trong Nội chiến Mỹ (1861-1865). Đạn nổ đã khiến tàu chiến đấu chuyển từ vỏ gỗ sang vỏ thép.

Tháp pháo và pháo nòng rãnh cũng có tác động mạnh tới thiết kế tàu bọc thép. Tháp pháo với vành xoay cho phép dễ dàng chuyển hướng bắn. Đồng thời, việc dùng pháo nòng rãnh có tầm bắn chính xác xa hơn, với cơ cấu khoá nòng xoay nạp đạn từ cuối nòng cho phép bắn nhanh hơn, đã khiến số pháo trên tàu giảm đáng kể. Công nghệ phát triển nhanh đến nỗi trong thời gian 1865-1906, tàu bọc thép đã bị lạc hậu chỉ sau khi đóng vài năm, gây căng thẳng tài chính đáng kể. Chẳng hạn, những năm 70 của Thế kỷ XIX Chính phủ Anh phải chi tới 37% ngân sách Quốc gia hàng năm cho đóng mới tàu bọc thép.

Một phát triển đáng chú ý khác là thuốc súng nâu, có đặc điểm cháy chậm hơn, cho phép dùng trên pháo nòng dài hơn, bắn chính xác hơn và ít mòn nòng hơn.

Thời gian 1870-1890, thiết kế tàu bọc thép trải qua một thời kỳ thử nghiệm rộng rãi, với các cách bố trí, kích cỡ và số lượng tháp pháo; với những hệ động lực khác nhau, trong đó đáng chú ý là tuabin hơi nước bắt đầu thay cho động cơ xi lanh hơi nước. Giai đoạn 1890-1905, sau khi tàu Dreadnaught ra đời, đã xuất hiện hàng loạt tàu bọc thép có lượng giãn nước 9.000-16.000 tấn, vận tốc 13-18 hải lý/giờ và mang 4 *"đại pháo"*, thường là 305mm, đặt trong hai tháp pháo, cộng với một số pháo nhỏ. Tháp pháo, vỏ giáp, động cơ hơi nước và sau đó là ống phóng lôi được đưa lên tàu. Tuy nhiên, năm 1906 đánh dấu một cuộc chạy đua hải quân khác.

Trong trận Tsushima năm 1905, hải quân Nga bị hải quân Nhật với những tàu bọc thép hiện đại nhất đánh đại bại. Điều này cho thấy chỉ những khẩu pháo lớn nhất mới có ý nghĩa trong hải chiến, nhất là từ ngoài tầm bắn của các cỡ pháo bổ trợ (11.000m). Lúc đó tàu Shatsuma của Nhật là tàu bọc thép đầu tiên trên Thế giới được trang bị toàn pháo lớn, mặc dù chỉ có 4 trong số 12 khẩu là pháo 305mm (12inch). Ngay sau đó, Anh đã vội cho đóng tàu Dreadnaught chỉ trong 11 tháng, với 10 pháo 305mm đặt trong 5 tháp. Dreadnaught đã được coi là tàu bọc thép đầu tiên thực sự được trang bị toàn đại pháo 305mm. Sau đó, xuất hiện hàng loạt tàu bọc thép mới với đại pháo 343mm (13,5 inch), với vỏ thép dày, gọi chung là tàu Dreadnaught. Chúng có vỏ giáp 5-6 inch (127-152mm), song chưa đủ để chống đạn pháo lớn ở 20.000m - tầm bắn hiệu dụng của chính chúng.

Trong Chiến tranh Thế giới I, tàu bọc thép của cả hai bên Đức và Anh đều ít xuất trận. Hầu hết thời gian chiến tranh chúng đều nằm trong cảng, vì đều quá có giá trị (ít nhất về chiến lược) nên không thể rời cảng, và vì quá đắt tiền nên không thể dùng cho chiến đấu. Chỉ có một trận chiến lớn giữa hạm đội hai nước, trận Jutland, được coi là một chiến thắng về chiến thuật của Đức (đánh chìm 14 tàu Anh trong khi chỉ mất 11 tàu) song lại là một thắng lợi chiến lược của Anh; vì mặc dù hạm đội Đức không bị tiêu diệt song nó chỉ còn nằm trong cảng, hết khả năng hoạt động như trước.

Trong Chiến tranh Thế giới II, đã xuất hiện thêm một số tàu bọc thép nổi tiếng, vừa ra đời cuối những năm 30, như tàu Bismarck của Đức, tàu Prince of Wales của Anh và tàu Yamoto của Nhật. Tuy nhiên, do những phát triển nhanh chóng trong tác chiến hải quân, tàu bọc thép đã mất vai trò hạm tàu chủ chốt của hạm đội.

Trên mặt trận Đại Tây Dương, sau khi đánh chìm tàu sân bay Hood của Anh, tàu Bismarck đã bị một máy bay hai tầng cánh Swordfish từ tàu sân bay Ark Royal của Anh làm hỏng bánh lái, rồi bị tàu bọc thép King George V. Rodney và một số tàu tuần dương và khu trục khác đánh chìm.

Trên mặt trận Địa Trung Hải, trong trận Taranto (11/1940), máy bay Swordfish trên tàu sân bay HMS Illiustrious đã đánh chìm một tàu bọc thép và loại khỏi vòng chiến hai chiếc khác. Trận Cape Matapan (3/1941), lực lượng tàu bọc thép Anh đã bất ngờ tiêu diệt ba tàu tuần dương hạng nặng của Ý, cho thấy tàu nhẹ trong hạm đội vẫn dễ tổn thương trước pháo lớn.

Tuy nhiên, công nghệ đã khiến tàu bọc thép bị lỗi thời. Pháo lớn của tàu bọc thép cùng lắm chỉ có tầm bắn 50km, còn tàu sân bay có máy bay với tầm hoạt động hàng trăm kilômet. Và radar đã khiến cho những cuộc tiến công bằng máy bay hiệu quả hơn. Tàu Bismarck đã bị những máy bay cổ lỗ từ tàu sân bay Swordfish làm tê liệt. Các tàu bọc thép khổng lồ Petropavlovsk của Liên Xô và Roma của Ý bị máy bay Đức nhấn chìm. Tàu bọc thép Prince of Wales và tàu tuần dương bọc thép Repulse hộ tống nó bị máy bay Nhật dùng ngư lôi đánh đắm trên Thái Bình Dương.

Trong chiến dịch Normandi, tàu bọc thép đã được dùng để pháo kích các mục tiêu ven bờ, chi viện cho lực lượng đổ bộ. Chúng không chỉ tiêu diệt những pháo đài ven bờ, nơi cản trở hoạt động đổ bộ, mà còn đánh vào những điểm tập trung quân và xe tăng địch.

Trận đánh bom Trân Châu Cảng tháng 12/1941 do Nhật tiến hành, đánh chìm và loại khỏi vòng chiến hầu hết số tàu bọc thép của Hạm đội Thái Bình Dương Mỹ, trừ ba tàu sân bay thoát nạn vì không ở trong cảng. Sáu tháng sau, chính những tàu sân bay này đã làm xoay chuyển cục diện chiến tranh Thái Bình Dương bằng trận Midway. Theo diễn tiến chiến tranh, tàu bọc thép được trang bị đầy những pháo phòng không. Song, sức mạnh không quân đã kết liễu số phận của tàu bọc thép.

Tại Thái Bình Dương, tàu bọc thép chủ yếu chỉ còn nhiệm vụ pháo kích ven bờ và phòng không cho tàu sân bay. Những tàu bọc thép lớn nhất, Yamoto và Musahi (Nhật), bị đánh chìm từ lâu trước khi tiến đến cự ly có thể công kích hạm đội Mỹ. Tàu bọc thép thường trực cuối cùng của Đức, Tirpitz, đã lẩn trốn đến tận cuối chiến tranh trong các vịnh nhỏ ở Na Uy, được các phương tiện chống ngầm và pháo phòng không bảo vệ; song cuối cùng cũng bị máy bay Anh đánh đắm.

Nửa cuối Chiến tranh Thế giới II chứng kiến bốn trận đọ kiếm cuối cùng của tàu bọc thép. Ngày 27/11/1942, tàu bọc thép Massachusetts đã đánh chìm tàu bọc thép Jean Bart của Pháp Vichy (theo Đức). Trong trận Guadacanal (15/11/1942) các tàu bọc thép South Dacota và Washington của Mỹ đã tiêu diệt tàu bọc thép Kirishima của Nhật. Trận North Cape (26/12/1943) tàu Duke of York và các tàu khu trục đã đánh chìm tàu Scharnhorst của Đức ở ngoài khơi Na Uy. Và trong trận Leyte Gulf (25/10/1944) sáu tàu bọc thép Hạm đội 7 Mỹ đã đánh đắm các tàu bọc thép Yamashiro và Fuso do đích thân đô đốc Nhật Shoji Nishimura chỉ huy tại eo biển Surigao.

Tuy nhiên, trận Samar ngày 25/10/1944 cho thấy tàu bọc thép vẫn là một vũ khí lợi hại. Chỉ do đô đốc Takeo Kurita thiếu kiên định tàu sân bay Mỹ Taffi III mới khỏi bị hỏa pháo của các tàu bọc thép Yamoto, Kongo và Nagato (và hàng loạt tàu tuần dương của chúng) nhấn chìm tận đáy biển.

Do thay đổi công nghệ, kế hoạch đóng mới những tàu bọc thép còn lớn hơn tàu Montana của

Mỹ và siêu bọc thép Yamoto đã bị cắt. Kết thúc chiến tranh, hầu hết các tàu bọc thép trên Thế giới đã bị thải loại. Đáng lưu ý là hầu hết các tàu bọc thép đã bị tiêu diệt ngay trong cảng. Không tàu nào tổn thất do máy bay ném bom hạng nặng, phương tiện mà theo các khảo nghiệm trước chiến tranh, được coi là cực kỳ nguy hiểm cho tàu bọc thép.

Sau Chiến tranh Thế giới II, hải quân một số nước vẫn còn tàu bọc thép, song ngày nay chúng đã bị tàu sân bay chiếm mất địa vị. Hàng loạt tàu bọc thép đã bị thải loại. Chỉ một số tàu của Mỹ còn được sử dụng, song làm nhiệm vụ chi viện hỏa lực. Chi viện hỏa lực bằng pháo từ hạm tàu được lính thủy đánh bộ Mỹ coi là chính xác hơn, hiệu quả hơn và ít đắt tiền hơn so với không kích. Hỏa lực pháo điều khiển bằng radar và máy tính cho phép ngắm bắn chính xác vào mục tiêu. Tổng cộng có tới 4 tàu bọc thép, đều thuộc lớp Iowa được huy động cho chiến tranh Triều Tiên và tàu New Jersey được sử dụng trong Chiến tranh Việt Nam. Chủ yếu chúng được dùng để pháo kích ven bờ. Dưới thời chính quyền Reagan, cả bốn chiếc đều được hiện đại hóa và được cải hoán để mang tên lửa hành trình Tomahawk. Chiếc New Jersey dùng để quan sát pháo kích ở Li Băng, còn hai tàu Missouri và Wisconsin dùng pháo 406mm bắn phá các mục tiêu trên bộ và phóng tên lửa hành trình trong Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991.

Đầu những năm 90, cả bốn tàu đã được đưa ra khỏi lực lượng thường trực. Các tàu Missouri và New Jersey lần lượt được dùng làm bảo tàng ở Trân Châu Cảng và Camden bang New Jersey. Tàu Wisconsin cũng được dùng làm bảo tàng, song vẫn biên chế trong lực lượng dự bị. Do còn được biên chế trong Hạm đội dự nhiệm hải quân, các tàu Wisconsin và Iowa có thể còn được sử dụng trong tác chiến thậm chí tới 2008. Ngoài Mỹ, tàu bọc thép còn được nhiều nước dùng làm bảo tàng, như tàu Mary Rose (Anh), Mikasa (Nhật), Buffel (Hà Lan), Vasa (Thụy Điển), Huascar (Chi Lê).

Từ cuối những năm 70, Liên Xô/Nga đã đóng 4 tàu tuần dương lớn mang tên lửa, chạy bằng năng lượng hạt nhân thuộc lớp Kirov. Với lượng giãn nước cỡ 26.000 tấn, chúng lớn gấp đôi tàu tuần dương mang tên lửa lớp Krasina (11.000 tấn), song chỉ bằng một nửa tàu lớp Iowa (cỡ 55.000 tấn).

6.2. TÀU TUẦN DƯƠNG BỌC THÉP

Tàu tuần dương bọc thép là hạng tàu chiến lớn sử dụng phổ biến trong nửa đầu Thế kỷ XX. Theo phân loại tàu, đây là hạng tàu nằm giữa tàu bọc thép và tàu tuần dương thường. Mỗi nước có cách quan niệm khác nhau về tàu tuần dương bọc thép. Một số nước thiết kế tàu tuần dương bọc thép còn nhỏ hơn cả tàu tuần dương nặng, trong khi những nước khác coi tàu tuần dương bọc thép phải lớn hơn tàu bọc thép đương thời. Chúng dự kiến được dùng để tìm diệt tàu chiến nhỏ (hoặc thương thuyền), và trốn chạy những tàu chiến lớn mà chúng không diệt nổi. Vì thế, chúng chỉ được bọc thép vừa đủ, và dành khối lượng tiết kiệm được cho động cơ mạnh hơn, theo quan điểm *"tốc độ là cách tự vệ tốt nhất"*. Tuy nhiên theo đà tiến bộ công nghệ đường lối thiết kế cũng thay đổi, dẫn tới những tàu được bọc thép dày hơn với pháo kém mạnh hơn. Chúng được gọi bằng nhiều danh xưng khác nhau, nhưng vẫn để thực hiện nhiệm vụ chủ yếu - tìm diệt tàu tuần dương thường.

Những tàu tuần dương bọc thép đầu tiên là của Anh, như Inflexible, Invincible và Indomitable đều hạ thủy năm 1908. Chúng được bọc thép 150-180mm (so với vỏ giáp 280-300mm của tàu bọc thép lúc đó), vận tốc cực đại 48km/h (37-39km/h), pháo 281mm (Đức) hoặc 305mm (Anh) như trên tàu bọc thép. Sau đó đến Đức có tàu Von der Tann, hạ thủy năm 1911.

Trong Chiến tranh Thế giới I, trận Falkland - trận đánh đầu tiên trên Nam Đại Tây Dương, quan niệm tốc độ cao của Anh được khẳng định khi các tàu tuần dương bọc thép Inflexible và Invincible tiêu diệt một biên đội tàu tuần dương của Đức. Song trong những trận đánh sau đó, nhược điểm của tàu tuần dương bọc thép dần bộc lộ, và đến trận Jutland, các biên đội tàu tuần dương Invincible, Queen Mary và Indegatigable đều bị tổn thất. Tàu của Đức được bọc thép tốt hơn.

Giữa hai cuộc đại chiến, hải quân Anh, Mỹ và Nhật đã phát triển tàu tuần dương bọc thép theo hai hướng khác nhau, bọc thêm giáp bảo vệ *"cân đối"* và cải hoán thành tàu sân bay. Ngoài ra, Nhật còn biến tàu tuần dương bọc thép thành một thứ *"tàu bọc thép cao tốc"*. Trong khi đó, hải quân Đức và Pháp tiếp tục nâng cấp tàu tuần dương bọc thép. Đức muốn biến tàu tuần dương bọc thép thành một

thứ tàu bọc thép *"bỏ túi"*, trong khi Pháp phát triển chúng thành *"tàu bọc thép cao tốc"* như cách của Nhật.

Trong Chiến tranh Thế giới II, tàu tuần dương bọc thép cả hai phe sử dụng chủ yếu để tìm diệt các đoàn tàu tiếp vận trên biển của đối phương. Chỉ trong năm 1941, trên biển Na Uy có tới 22 thương thuyền bị tàu tuần dương bọc thép Đức đánh chìm, trong đó có cả tàu Rawalpindi - một tàu tuần dương thương mại vũ trang. Cũng trên vùng biển Na Uy, hải quân Anh và Đức đều triển khai tàu tuần dương bọc thép. Mặc dù được bọc thép tốt hơn, song lần này do pháo kém hơn cả về uy lực lẫn tầm bắn nên phía Đức đã phải rút chạy sau khi bị hư hại. Tuy nhiên, phía Anh cũng bị mất tàu sân bay Glorious - một tàu cải hoán từ tàu tuần dương bọc thép. Trên biển Địa Trung Hải, tàu tuần dương bọc thép Dunkerque của Pháp chạy sang Bắc Phi sau khi nước Pháp đầu hàng và bị tàu tuần dương bọc thép Hood của Anh dùng pháo đánh hỏng.

Mặt trận Thái Bình Dương là nơi tàu tuần dương bọc thép được dùng khá nhiều. Tàu tuần dương bọc thép đầu tiên nếm mùi chiến tranh là tàu Repuls, bị chìm tại Singapore khi đang hộ tống tàu bọc thép Prince of Wales. Mặc dù có khả năng cơ động cao, song do trang bị phòng không kém nó đã bị máy bay Nhật dùng ngư lôi đánh chìm.

Các *"tàu bọc thép cao tốc"* lớp Kongo của Nhật chủ yếu được dùng để hộ tống tàu sân bay, song cũng được dùng để pháo kích các vị trí đồn trú của phía Anh Mỹ, như trường hợp tàu tuần dương bọc thép Hiei. Nó đã bị hỏng nặng do pháo từ các tàu tuần dương và khu trục của Mỹ, và cuối cùng bị máy bay Mỹ đánh chìm. Tháng 11/1942, tàu Kirishima giao chiến với các tàu bọc thép South Dakota và Washington của Mỹ và phải rút chạy, sau khi bị trúng tới 75 phát đạn. Trong khi đó, tàu bọc thép South Dakota cũng bị trúng 42 phát đạn, song không hề hấn gì. Tháng 11-1942, tàu Kongo bị tàu ngầm Sealion của Mỹ dùng 3 ngư lôi đánh chìm tại eo biển Formosa. Tàu Haruna tham gia pháo kích tại Guadacanal trên biển Philippine, và đã bị máy bay ném bom B-24 của không quân Mỹ đánh chìm ngày 28-7-1945.

Trong cuộc chiến này, Mỹ chỉ có hai *"tàu tuần dương lớn"*. Alaska và Guam, được thiết kế để tìm diệt tàu tuần dương nặng của Nhật. Được thiết kế theo tiêu chuẩn tàu tuần dương, cả về vỏ thép cũng như pháo, song chúng chủ yếu được dùng để hộ tống tàu sân bay và pháo kích tàu thuyền trên biển hơn là để chiến đấu.

Thiết kế đáng chú ý nhất sau Chiến tranh Thế giới II là tàu tuần dương chạy bằng năng lượng hạt nhân, mang tên lửa lớp Kirov của Liên Xô. Chúng được xếp vào lớp tàu tuần dương bọc thép, mặc dù trong thực tế với lượng giãn nước 26.000 tấn, chúng chỉ nhỏ hơn tàu bọc thép.

Khác với tàu bọc thép, tàu tuần dương bọc thép hiếm khi có thể hoạt động độc lập. Nhìn chung, khó có thể đưa pháo cực lớn lên tàu tuần dương bọc thép, và vỏ giáp của chúng cũng không chịu nổi pháo của chính mình chứ chưa kể pháo của tàu bọc thép. Cũng có trường hợp, như tàu Lion của Anh, mang pháo tới 343mm, lớn hơn so với phần lớn các tàu bọc thép Đức và Anh. Tuy nhiên, chúng chỉ có vỏ giáp như tàu tuần dương thường, vì thế, không thể dùng thay cho tàu bọc thép, như người ta kỳ vọng. Thực tế, trong Chiến tranh Thế giới II, chúng hầu như đã bị tiêu diệt hoàn toàn.

6.3. TÀU TUẦN DƯƠNG

Tàu tuần dương là hạng tàu chiến nổi khá lớn (hạng tư) có khả năng công kích đồng thời nhiều mục tiêu. Về mặt lịch sử, nhìn chung chúng được coi là hạng tàu chiến nổi nhỏ nhất có khả năng tác chiến độc lập, không cần các tàu tiếp tế bổ trợ như với tàu khu trục, song theo cách nói thông thường thì đó không phải là khác biệt về bản chất.

Tàu tuần dương được dùng để tuần tiễu vũ trang trên biển, bảo vệ các tuyến giao thông, hộ tống các đoàn tàu vận tải và chi viện hỏa lực cho tàu chủ lực trong hội chiến hải quân. Với lực giãn nước 7.000-30.000 tấn, chúng nhỏ hơn tàu chủ lực và tàu sân bay boong rộng. Về trang bị và giáp bảo vệ, tàu tuần dương có kém hơn tàu chủ lực; song bù lại chúng có vận tốc cao, cơ động linh hoạt và thời gian hành trình lớn hơn. Vũ khí chính của tàu tuần dương hiện đại là pháo, tên lửa, ngư lôi, thủy lôi và thường mang một số máy bay lên thẳng nhẹ, hoặc máy bay cất hạ cánh thẳng đứng để trinh sát, chống tàu ngầm và tàu nổi khác. Tàu tuần dương hiện đại được trang bị các phương tiện trinh sát như radar, hồng ngoại, tác chiến điện tử đồng bộ và hệ thống

điều khiển tàu, điều khiển hỏa lực, máy tính hóa v.v. Tàu tuần dương thường dùng động cơ tuabin khí hoặc động cơ năng lượng hạt nhân.

Thuật ngữ tàu tuần dương mới được đưa ra từ Thế kỷ XIX. Trong thời đại tàu buồm, đảm nhiệm vai trò tuần dương chính là khinh hạm hay tàu frigat, một hạng tàu chiến nhỏ nhẹ ba cột buồm, chạy nhanh, có khả năng hoạt động xa, và trang bị nhẹ (chỉ 1 boong pháo), được dùng để trinh sát và chở các phái viên hay sứ giả. Những tàu bọc thép đầu tiên cũng chỉ có một boong pháo, do khối lượng của vỏ giáp, do đó giống frigat theo phân loại truyền thống, mặc dù kích cỡ lớn hơn và mang pháo lớn hơn. Tuy nhiên, chúng được dùng làm tàu chiến đấu trên tuyến (hay tàu tuyến chiến đấu), vì thế phải thay đổi lại định nghĩa tàu frigat. Những tàu tương đối nhỏ, vốn được gọi bằng thuật ngữ này, được đặt tên lại là tàu tuần dương.

Trong nhiều năm, tàu tuần dương là phương tiện chiến đấu lấp khoảng trống giữa những tàu nhỏ nhẹ, như tàu thuyền phóng lôi, với những tàu lớn dùng cho hải chiến trong hạm đội, gọi là tàu bọc thép. Tàu tuần dương đủ lớn để bẻ gẫy các cuộc tiến công từ các tàu nổi nhỏ và có năng lực tự cấp đủ lớn để hoạt động xa căn cứ. Tàu bọc thép mạnh hơn trong chiến đấu, song chậm chạp hơn và (trước khi có động lực hạt nhân) tiêu hao nhiên liệu đến nỗi khó có thể hoạt động xa căn cứ. Trong phần lớn Thế kỷ XIX và nửa đầu Thế kỷ XX, tàu tuần dương được coi là một phương tiện *"tung sức mạnh"* tầm xa của hải quân, trong khi các tàu lớn thường hoạt động gần căn cứ. Vai trò chính của tàu tuần dương là công kích thương thuyền đối phương, một nhiệm vụ được sử dụng nhiều đến nỗi được gọi là *"tác chiến tàu tuần dương"*. Chúng cũng được phối thuộc vào các hạm đội chiến đấu chủ lực và được dùng để trinh sát, rà soát tìm địch phía trước hạm đội.

Cũng như các tàu lớn, tàu tuần dương phát triển theo xu hướng ngày càng tăng kích thước và sức mạnh. Việc chuyển từ tàu buồm sang tàu hơi nước dẫn đến sự xuất hiện của tàu tuần dương bọc giáp - thực chất là một tàu bọc thép nhỏ và chạy nhanh. Điều này diễn ra nhanh đến nỗi vào cuối Thế kỷ XIX, các tàu bọc thép có tuổi thọ mới vài năm đã phải nhường chỗ cho tàu tuần dương mới đóng. Đến Chiến tranh Thế giới I, tất cả các tàu tuần dương đều được bọc thép và có kích thước tương đương tàu bọc thép. Trong chiến tranh Thế giới II, tàu tuần dương được trang bị khá hiện đại - ngoài ngư lôi, thủy lôi còn có pháo đối hạm nòng tới 305 mm, pháo phòng không các cỡ và một số được trang bị 1-2 máy bay nhẹ, cơ động. Tuy vậy tàu tuần dương dễ bị tàu ngầm và tàu sân bay tiêu diệt. Tầm pháo của nó dù đã vươn dài hơn nhưng vẫn kém xa so với tầm hoạt động của máy bay cất cánh từ tàu sân bay.

Những năm 50 vẫn xuất hiện các tàu tuần dương mới, chạy bằng năng lượng hạt nhân và mang vũ khí tên lửa. Tuy vậy, đến nay tầu tuần dương chỉ còn được tiếp tục chế tạo và sử dụng trong hai cường quốc hải quân là Liên Xô-Nga và Mỹ. Song ở mỗi nước vai trò của chúng trong hạm đội là rất khác nhau. Nếu như Mỹ lấy tàu sân bay boong rộng làm hạt nhân của cụm tác chiến hải quân đặc nhiệm thì với Nga giữ vị trí này lại là tàu tuần dương hạt nhân mang tên lửa. Tới những năm 60, Liên Xô đã bắt đầu triển khai các tàu tuần dương- sân bay, loại tàu có khả năng sử dụng máy bay lên thẳng và cất hạ cánh thẳng đứng (Yak–30) như tàu Moskva (1963), Kiev cải tiến (1978), và đặc biệt lớp tàu Kirov (đóng trong những năm 70). Trong bối cảnh đó, Mỹ cũng tìm cách nâng cấp tàu tuần dương, đặc biệt tăng khả năng phòng không với hệ thống Aegis. Bằng việc hạ thủy tàu tuần dương (đã có lúc được xếp vào hạng tàu khu trục) Ticonderoga 1981 với một số cải tiến, Mỹ cũng dự định xây dựng lực lượng tác chiến đặc nhiệm lấy tàu tuần dương làm cơ sở.

Trong các Cuộc chiến tranh vùng Vịnh (1991 và 2003) vẫn có tàu tuần dương tham gia. Trong cuộc chiến 1991, Mỹ đã triển khai tới 8 tàu tuần dương các lớp, chủ yếu để chống ngầm và phóng tên lửa hành trình chiến lược Tomahawk. Một chiếc thuộc lớp Ticonderoga (CCG-59) bị trúng thủy lôi Iraq.

6.4. TÀU KHU TRỤC

Tàu khu trục (Destroyer) là hạng tàu chiến nổi chạy nhanh, trang bị mạnh, làm nhiệm vụ tiêu diệt tàu ngầm, tàu nổi của đối phương; bảo vệ hạm đội, các tàu vận tải, tàu đổ bộ. Ngoài ra nó còn được dùng trong các nhiệm vụ trinh sát, tuần tra, chi viện hỏa lực, bắn phá ven biển, thả thủy lôi. Với lượng giãn nước cỡ 3.000 - 8.000 tấn, khu trục là hạng tàu chiến nổi tương đối nhỏ so với tàu bọc thép (hoặc thiết giáp hạm, Batleship) và tàu tuần dương.

Tàu khu trục hiện đại thường được trang bị các loại vũ khí khác nhau như tên lửa và pháo các loại, bom chìm, ngư lôi.... Ngoài ra, nó có thể được trang bị 1 đến 2 máy bay lên thẳng.

Cũng giống như các tàu chiến khác, tàu khu trục được phân loại theo nhiều cách khác nhau. Có thể phân loại theo vũ khí chủ yếu như tàu khu trục mang tên lửa; tàu khu trục mang pháo. Căn cứ vào hệ thống động lực, có tàu khu trục chạy bằng năng lượng hạt nhân, tàu khu trục chạy bằng năng lượng thông thường. Căn cứ vào chức năng chủ yếu, có tàu khu trục đa dụng, tàu khu trục chuyên dụng. Trong tàu khu trục chuyên dụng có tàu khu trục chống ngầm, phòng không, tàu khu trục rải mìn, tàu cảnh giới, hộ tống.

Tàu khu trục ra đời tại Anh và Nhật cuối những năm 80 của Thế kỷ XIX, và khẳng định chỗ đứng từ sau Nội chiến Chi Lê (1891) và chiến tranh Trung-Nhật (1894-1895). Trong những cuộc chiến tranh này, hạm nổi mới này đã tỏ ra là một phương tiện đặc biệt có hiệu quả để tiêu diệt thuyền (tàu nhỏ) phóng lôi do John Ericsson sáng chế. Những tàu nhỏ này chạy nhanh hơn các chiến hạm lớn, có thể nhanh chóng tiếp cận, phóng lôi, và rút chạy.

Mặc dù hạng tàu nhỏ, tầm gần này dễ bị tiêu diệt từ xa, trước khi vào đến cự ly chiến đấu; song thuyền phóng lôi thường hoạt động trong cùng một hạm đội với các hạm lớn. Khi đó bên thủ phải chọn mục tiêu tiến công: hạm tàu lớn hay thuyền phóng lôi nhỏ nhẹ. Song một hai đòn đánh sẽ chẳng có ý nghĩa gì với bên công, còn thuyền phóng lôi bé nhỏ lại rất không đắt tiền.

Tình hình ấy đã dẫn đến sự ra đời của thứ tàu chuyên *"khu trục"* (tìm diệt) thuyền phóng lôi gọi tắt là tàu khu trục. Chúng chạy nhanh như thuyền phóng lôi, và được trang bị pháo. Chúng hoạt động xa hạm đội chính của các tàu chủ lực, ngăn thuyền phóng lôi đến được cự ly có thể chiến đấu.

Tuy nhiên, ngay từ thời đó cách làm này cũng gặp trở ngại. Xa hạm đội, tàu khu trục trở thành mồi ngon trước bất kỳ tàu chủ lực nào, và vì thế nó cũng phải được trang bị ngư lôi. Mặt khác, trong khi thuyền phóng lôi hoạt động gần, do đó chế tạo dễ và rẻ; thì tàu khu trục phải che chắn cho hạm đội, do đó phải có tầm hoạt động xa như tàu bọc thép. Vì thế, tàu khu trục phải lớn hơn đáng kể so với thuyền phóng lôi.

Năm 1885, tàu khu trục có hiệu quả đầu tiên là Kotaka, do Nhật thiết kế, song đóng tại Anh và chuyên chở về Nhật để lắp ráp và hạ thủy năm 1887. Được trang bị 4 pháo liên thanh 37mm và 4 ống phóng lôi, với vận tốc 19 hải lý/ giờ, lượng giãn nước 203 tấn, nó được coi là *"thuyền phóng lôi"* lớn nhất cho đến lúc đó. Tiếp theo, chúng được thiết kế chế tạo tại Anh, Tây Ban Nha. Một thời gian sau, tàu khu trục đã đóng vai trò *"thuyền phóng lôi"*, và được coi là phương tiện tiến công lợi hại nhất vào hạm đội Nga tại Cảng Lữ Thuận (Port Arthur) mở màn cho chiến tranh Nga-Nhật 1904-1905. Chúng cũng dùng để tiến công trên chiến trường Thái Bình Dương trong Chiến tranh Thế giới II.

Nửa đầu Thế kỷ XX, tàu khu trục dần tăng cả về kích cỡ và uy lực. Những sáng chế, như tua bin hơi nước, nồi hơi dùng dầu thay than và ngư lôi tầm xa hơn, đã giúp Đức và Anh đóng được những tàu có hiệu quả. Một mối đe dọa mới xuất hiện - tàu ngầm hay tàu U - thực tế chính là một thứ thuyền phóng lôi lặn ngầm. Thay đổi này khiến tàu ngầm tránh được súng pháo của tàu khu trục và tiếp cận vị trí công kích. Và điều đó khiến tàu khu trục phải tiến hóa rất nhanh trong chiến tranh, được trang bị bom chìm để đối phó với mối đe dọa mới. Tàu khu trục các lớp V và W của Anh là đại diện cho đỉnh cao công nghệ lúc kết thúc Chiến tranh Thế giới I.

Giữa hai đại chiến, vẫn tiếp tục xuất hiện các tàu khu trục đóng mới trên cơ sở tàu V và W của Anh. Song, sự ra đời của tàu khu trục Fubuki (Nhật) năm 1928 đem lại một đổi mới đáng kể. Tàu có tháp pháo kín cho pháo phòng không và mang ngư lôi 600mm Kiểu 93 dùng nhiên liệu oxy. Cách làm này lập tức được nhiều nước, kể cả Anh và Mỹ làm theo.

Mối đe dọa tàu ngầm chưa được nhận thức đầy đủ. Khi sonar (thiết bị định vị thủy âm) được lắp đặt, người ta vẫn không chú ý huấn luyện sử dụng chúng. Vũ khí công kích tàu ngầm có đôi chút thay đổi, và các vũ khí phóng chính diện, một nhu cầu được nhận ra trong Chiến tranh Thế giới I, đã không tiến triển thêm.

Đến Chiến tranh Thế giới II, mối đe dọa tàu ngầm lại nổi lên. Tàu ngầm ngày càng hiệu quả, máy bay đã trở thành phương tiện chiến đấu quan trọng trong tác chiến hải quân; và một lần nữa, tàu khu trục hạm đội phải đối phó với những mục tiêu mới. Bên cạnh những vũ khí vốn có như pháo nhẹ,

bom chìm và ngư lôi, tàu khu trục được cấp tốc trang bị các vũ khí mới, như pháo phòng không, radar, và vũ khí chống tàu ngầm phóng trực diện. Thế là tàu khu trục đã trở thành một hạm tàu mới đa nhiệm, một mục tiêu đắt tiền chứ không còn là những con tàu được hy sinh để bảo vệ tàu khác. Điều đó dẫn tới sự xuất hiện của những tàu chiến chống ngầm chuyên dụng hóa, nhỏ hơn và rẻ hơn. Đầu tiên là tàu hộ tống (hộ vệ), rồi khinh hạm (tàu frigat) của Anh, tiếp đến là tàu hộ tống khu trục của Mỹ.

Cuối những năm 40 và 50, có một số tàu khu trục được đóng theo kinh nghiệm thời chiến. Chúng lớn hơn đáng kể so với tàu thời chiến tranh, được trang bị pháo hoàn toàn tự động, radar, sonar, và các vũ khí chống ngầm, như súng cối Squid phóng bom chìm. Tiêu biểu cho thời kỳ này là các tàu khu trục lớp Daring (Anh), Forrest Sherman (Mỹ) và Kotlin (Liên Xô). Một số tàu có từ thời chiến tranh Thế giới II được hiện đại hóa để chống ngầm, kéo dài tuổi thọ, cũng như để tránh phải đóng tàu mới (đắt tiền).

Tuy nhiên đầu những năm 60, sự xuất hiện của vũ khí tên lửa phòng không (SAM) và đối hạm (SSM) như tên lửa Exocet, đã khiến tác chiến hải quân thay đổi hẳn. Tàu khu trục mang tên lửa được phát triển để mang những vũ khí này và bảo vệ hạm đội trước các mối đe dọa đến từ trên không, dưới và trên mặt nước. Tiêu biểu là tàu khu trục các lớp Kashin của Liên Xô, County của Anh và Charles F.Adams của Mỹ.

Trong hải quân Mỹ hiện nay, ngoài chống ngầm tàu khu trục còn được dùng làm tàu chiến nổi đa nhiệm (chống tàu ngầm, máy bay và tàu nổi). Gần đây hơn, với việc lắp đặt bệ phóng tên lửa hành trình tầm xa, như tên lửa Tomahawk, tàu khu trục đã có thêm vai trò tác chiến trên bộ. Việc các tàu chiến nổi lớn ngày càng được rút khỏi hạm đội, khiến lượng giãn nước của tàu khu trục có xu hướng tăng lên. Thậm chí những lớp tàu khu trục mới, như Zumwalt, còn nặng hơn cả tàu tuần dương lớp Ticonderoga.

6.5. KHINH HẠM

Khinh hạm - hay tàu frigat - là thuật ngữ đã được dùng để chỉ một số kiểu tàu chiến khác nhau trong những khoảng thời gian khác nhau. Chẳng hạn, nó đã được dùng cho khá nhiều hạng tàu chiến nổi có kích cỡ và chức năng khác biệt, từ tàu tuần dương đến tàu bọc thép. Tuy nhiên theo thuật ngữ học hiện đại, khinh hạm được hiểu như là một hạng tàu chiến nổi được tạo ra để bảo vệ các tàu chiến và tàu buôn khác; cũng như để chống tàu ngầm bảo vệ cho các lực lượng đổ bộ, lực lượng đặc nhiệm tàu sân bay, các đoàn tàu tiếp tế và tàu buôn. Với lượng giãn nước trong khoảng 900-4.500 tấn, khinh hạm nhỏ hơn đáng kể so với tàu tuần dương. Tuy nhiên, khi so chúng với tàu khu trục thì tình hình khá rắc rối do cách quan niệm và vai trò khác nhau của khinh hạm trong tổ chức từng hạm đội. Tại Anh, khinh hạm thường lớn hơn hoặc tương đương tàu khu trục. Còn tại Mỹ, khinh hạm (mặc dù lớn hơn so với Anh) song là hạng tàu gần như nhỏ nhất của họ tàu chiến nổi truyền thống (combattant).

Khinh hạm hiện đại chỉ còn tên gọi là liên quan tới những tàu nhẹ trước đây. Thuật ngữ khinh hạm theo cách hiểu ban đầu - chỉ hạng tàu chiến nhẹ ba cột buồm một boong được dùng đến giữa Thế kỷ XIX - đã được tái khẳng định với việc Anh dùng để mô tả hạng tàu hộ tống chống ngầm, lớn hơn tàu hộ tống, song nhỏ hơn tàu khu trục. Chúng được trang bị kém hơn tàu khu trục, vận tốc chậm hơn và dự trữ nhiên liệu ít hơn. Những hạn chế này không mấy gây khó khăn cho hoạt động chống tàu ngầm thời Chiến tranh Thế giới II, song gây hạn chế nghiêm trọng khi dùng khinh hạm thay cho tàu khu trục.

Tong những năm 60 và 70, *"khinh hạm tên lửa"* đã khiến hạng tàu này có thêm chức năng phòng không, song cũng bị hạn chế. Được thiết kế như là một tàu chiến nổi có hiệu quả chi phí, chúng thiếu năng lực tác chiến đa năng cần có trước những mối đe dọa đa dạng, công nghệ cao. Cho đến tận 1975, trong hải quân Mỹ chúng vẫn được gọi là *"tàu hộ tống đại dương"* (xuất phát từ tên gọi *"tàu hộ tống khu trục"* có từ thời chiến tranh Thế giới II). Tại các nước khác, chúng được gọi là khinh hạm kể từ khi Chiến tranh Thế giới II kết thúc.

Từ những năm 50 đến những năm 70, đã xuất hiện những *"khinh hạm mang tên lửa"*, thực chất là tàu tuần dương đóng trong vỏ tàu theo phong cách tàu khu trục; thậm chí một số tàu, như Bainbridge, Truxtun, California và Virginia của Mỹ, còn chạy bằng năng lượng hạt nhân. Và tất nhiên, đến 1975, được phân loại lại là tàu tuần dương tên lửa. Theo

khuynh hướng ngược lại, vẫn có những khinh hạm dùng chuyên cho chống ngầm. Chúng được trang bị sonar, ngư lôi, thậm chí cả ngư lôi phóng bằng tên lửa. Năng lực chống hạm nổi, với tên lửa chống tàu (như Exocet), vẫn được duy trì ở mức tối thiểu, song kém năng lực phòng không.

Nhiều khinh hạm hiện đại có boong bay nhỏ để mang theo máy bay lên thẳng, tạo cho chúng thêm những siêu khả năng: trinh sát (định vị radar), chống ngầm (thả sonar, phao vô tuyến thủy âm, hoặc thả bom chìm và ngư lôi), tìm cứu, hoặc thậm chí để chống tên lửa chống tàu (làm mồi bẫy) và nhiều chức năng khác.

Đã xuất hiện các khinh hạm tàng hình, có khả năng chống tên lửa. Chúng được tạo dáng để giảm thiểu dấu hiệu bộc lộ trước radar, và do đó chịu lực cản không khí thấp, đồng thời có tính cơ động tương tự các khinh hạm thời đại tàu buồm. Một điển hình là tàu La Fayette của Pháp.

Với tư cách là một tàu nhỏ bảo vệ trong cụm tác chiến đặc nhiệm tàu sân bay, khinh hạm đã dính líu vào khá nhiều cuộc xung đột và chiến tranh sau Chiến tranh Thế giới II, như tại Triều Tiên (1953-1954), Cuba (1962), Việt Nam, Malvinat (1982)... Trong Cuộc chiến tranh vùng Vịnh (1990-1991), có tới 10 khinh hạm của Mỹ và Anh tham chiến.

6.6. TÀU HỘ TỐNG

Tàu hộ tống - còn gọi là tàu hộ vệ - là một dạng tàu chiến nhỏ, cơ động, được bọc giáp nhẹ, nhỏ hơn khinh hạm. Với lượng giãn nước nằm trong vùng 500-900 tấn, tàu hộ tống là hạng tàu chiến nổi nhỏ nhất; nói đúng hơn có kích cỡ nằm giữa hạm tàu (ship) với hạm thuyền(craft), như các tốc hạm có kích cỡ 200-300 tấn trở lại. Trong hải quân hiện đại, hầu hết các tàu nhỏ hơn khinh hạm được dùng cho hoạt động ven bờ, song không phải tất cả những hạm tàu này đều được gọi là tàu hộ tống. Trong thời đại tàu buồm, đó là dạng hạm thuyền nhẹ một buồm.

Trong Chiến tranh Thế giới II, hầu hết các nước Đồng minh đều có tàu hộ tống. Một trong các lớp tàu hộ tống sử dụng rộng rãi trong Chiến tranh Thế giới II là Flower, dùng trong hải quân Anh và Canada. Riêng Canada đã đóng khoảng 100 chiếc thuộc lớp này. Nhiệm vụ chính của chúng là bảo vệ các đoàn tàu vận tải trên Bắc Đại Tây Dương tới cảng Murmansk, Liên Xô. Úc đã đóng khoảng 60 tàu hộ tống, trong đó có khoảng 20 chiếc dùng trong hải quân Anh và 4 chiếc cho Ấn Độ. Những tàu này được dùng làm tàu quét thủy lôi, hoặc tàu hộ tống lớp Barthurst. Sau Chiến tranh Thế giới II, Anh còn đóng tàu hộ tống lớp Castle, một số chiếc còn được sử dụng đến những năm 50 Thế kỷ XX.

Ngày nay, có lẽ tiên tiến nhất là những tàu hộ tống Visby do Thụy Điển đóng. Đây là những tàu chiến hiện dùng đầu tiên trên Thế giới áp dụng công nghệ tàng hình, mặc dù hải quân một số nước khác cũng phát triển những tàu tương tự, chẳng hạn khinh hạm La Fayette của hải quân Pháp, tàu khu trục Type 45 Daring của Anh và họ tàu DD(X) của Mỹ.

6.7. THUYỀN PHÓNG LÔI

Thuyền phóng lôi (Torpedo Boat) là một hạng tàu hải quân khá nhỏ, chạy nhanh, được thiết kế để phóng ngư lôi vào các tàu nổi lớn. Chúng được tạo ra để đối phó với tàu bọc thép và những hạng tàu lớn, chậm chạp và bọc thép dày khác, bằng tốc độ và tính linh hoạt.

Cuối Thế kỷ XIX, sự phát triển tàu vỏ kim loại cỡ lớn và việc sử dụng con quay hồi chuyển để bù chuyển động của sóng biển, đã cho phép nhanh chóng phát triển những pháo hạm rất lớn, cái nhanh chóng được biết đến với tên tàu bọc thép. Đó là những con tàu cực kỳ đắt tiền, vì thế chỉ những nước lớn nhất và giàu có nhất mới đủ sức theo đuổi cuộc chạy đua chế tạo.

Song, khối lượng sắt thép khiến tàu trở nên chậm chạp, và cần có những khẩu pháo khổng lồ để xuyên thủng vỏ giáp dày. Vì thế, đã xuất hiện khả năng dùng một kiểu tàu thuyền nhỏ, chạy nhanh để đánh tàu bọc thép với chi phí rất thấp. Ngư lôi đã trở thành một vũ khí có khả năng đánh chìm bất kỳ tàu bọc thép nào.

Cuối Thế kỷ XIX, hải quân nhiều nước bắt đầu đóng thuyền phóng lôi - một hạng tàu khá nhỏ, chỉ dài 30-50m, trang bị ngư lôi và súng pháo nhỏ. Chúng dùng động cơ hơi nước và có vận tốc cỡ 40-

50km/h. Do không đắt tiền, có thể dùng nhiều thuyền phóng lôi đồng thời công kích hạm tàu lớn.

Thuyền phóng lôi đầu tiên có tên là Rap của Na Uy, được đóng năm 1873. Đến Chiến tranh Nga-Thổ (1877-78), chúng đã được Nga sử dụng đầu tiên trong thực chiến, đánh vào tàu vũ trang Intibah của Thổ Nhĩ Kỳ.

Sự xuất hiện của thuyền phóng lôi khiến hải quân hàng loạt nước trên Thế giới phải vội vàng trang bị cho tàu chiến các khẩu pháo tương đối nhỏ, song bắn nhanh hơn để đối phó. Cuối cùng, đã xuất hiện một lớp tàu hoàn toàn mới, tàu tìm diệt thuyền phóng lôi hay tàu khu trục. Thực tế, ngày nay tàu khu trục được coi là một thứ thuyền phóng lôi lớn, có vận tốc tương đương, song được trang bị pháo nặng hơn để đánh thuyền phóng lôi trước khi chúng tiếp cận tàu lớn. Tàu khu trục cũng được trang bị ngư lôi.

Tàu khu trục đã tỏ ra hữu dụng và vạn năng, lại chịu sóng tốt hơn thuyền phóng lôi, vì thế cuối cùng chính chúng lại được dùng thay cho hầu hết các thuyền phóng lôi. Đến Chiến tranh Thế giới II, hầu như chỉ còn Đức và Pháp là còn có thuyền phóng lôi cổ điển.

Sự xuất hiện của động cơ đốt trong, mạnh và nhẹ hơn, đã khiến thuyền phóng lôi lại trở nên nhỏ và nhanh: dài cỡ 15-30m, vận tốc 60-90km/h, mang 2-4 ngư lôi và một vài súng máy. Chúng tỏ ra hữu dụng đến tận chiến tranh Thế giới II trong hải quân nhiều nước như Anh, Đức và Mỹ.

Trong Chiến tranh Thế giới II, dù vẫn có ưu thế vận tốc song thuyền phóng lôi đã mất tác dụng đáng kể. Một phần do hạm đội có vận tốc khá cao, khiến chúng chỉ có thể bắt kịp tàu lớn bằng cách chạy rất nhanh ở cự ly khá gần. Và chúng có thể bị máy bay diệt trước khi vào đến cự ly công kích.

Trong chiến tranh Việt Nam người ta lại biết đến thuyền phóng lôi, khi tàu Maddox xâm phạm hải phận nước Việt Nam Dân chủ Cộng hòa ngày 2/8/1964; cũng như vụ lính thủy trên hai tàu khu trục Maddox và Turner Joy *"ngủ mê"* thấy bị thuyền phóng lôi tiến công, đêm 4-8, tạo ra cái gọi là Sự kiện Vịnh Bắc Bộ đầy tai tiếng.

Vũ khí tên lửa đem lại cho thuyền phóng lôi một cuộc sống mới. Được gọi chung là tốc hạm, với cùng kích thước như thuyền phóng lôi khi trước, chúng vẫn được hải quân một số nước sử dụng. Song với tên lửa đối hạm, chúng có cự ly hiệu dụng lên tới 30-70km. Máy bay vẫn là mối đe dọa đối với tốc hạm, vì thế đã xuất hiện các tốc hạm mang tên lửa phòng không và pháo lưỡng dụng - phòng không và chống tàu. Tại một số nước, tốc hạm đã tạo nên cái gọi là *"hạm đội muỗi mắt"*, được hải quân và lực lượng bảo vệ bờ biển nhiều nước dùng để quản lý lãnh hải, chống cướp biển, chống buôn lậu, nhất là buôn lậu ma túy và vũ khí cho các lực lượng bạo loạn.

7 - HỌ TÀU SÂN BAY

Tàu sân bay (Aircraft Carrier) - còn gọi là tàu chở máy bay hay hàng không mẫu hạm - là một họ tàu chiến nổi được thiết kế để làm căn cứ nổi, cơ động trên biển cho máy bay. Với lượng giãn nước trong phạm vi 20.000- 90.000 tấn, tàu sân bay là họ tàu chiến nổi lớn nhất cả về khối lượng lẫn kích thước - nhất là kích thước mặt boong bay. Khác với họ tàu chiến nổi truyền thống, sức mạnh tiến công chủ yếu của tàu sân bay không phải là hỏa lực trực tiếp (pháo, tên lửa, ngư, thủy lôi, bom chìm...) mà của lực lượng máy bay mang theo. Nhờ đó, tàu sân bay cho phép hải quân sử dụng sức mạnh không lực trên khoảng cách lớn mà không cần căn cứ tại chỗ, trên bờ cho máy bay. Trong các lực lượng hải quân hiện đại có sử dụng tàu sân bay, chúng được dùng làm hạt nhân của hạm đội - vai trò trước đây do tàu bọc thép đảm nhiệm. Sự thay đổi này đã diễn ra trong thời gian Chiến tranh Thế giới II, một phần do không lực ngày càng phát triển với tư cách một thành phần sức mạnh đáng kể trong tác chiến. Khi không được hộ tống, tàu sân bay dễ bị tổn thương do tàu chiến nổi, tàu ngầm, máy bay hoặc tên lửa; và vì thế, chúng được sử dụng với tư cách một bộ phận của cụm tác chiến tàu sân bay.

Tàu sân bay hiện đại có boong thượng rộng và phẳng, dùng làm nơi cất hạ cánh cho máy bay. Máy bay cất cánh về phía trước, ngược hướng gió, và hạ cánh từ phía sau. Khi máy bay cất cánh, tàu tăng

tốc lên tới 65km/h để tăng vận tốc gió biểu kiến, nhờ đó, giảm vận tốc tương đối giữa máy bay với tàu. Một máy phóng chạy bằng hơi nước được dùng để đẩy máy bay về phía trước, hỗ trợ cho động cơ và giảm đoạn chạy đà cất cánh cho máy bay. Đây là một điều cần thiết, ngay cả khi có gió thổi ngược hướng chạy của tàu. Ngược lại, khi hạ cánh trên tàu sân bay, máy bay dựa vào một cái móc đuôi, móc vào một cáp giữ đặt ngang boong tàu để giảm đoạn chạy đà hạ cánh. Từ sau Chiến tranh Thế giới II, tàu sân bay thường có vùng thu hồi hạ cánh chếch sang mạn trái. Nó được dùng để máy bay bị đứt hoặc tuột cáp giữ bốc lên không trở lại chứ không có nguy cơ đâm vào những máy bay đang đỗ ở phía trước. Phần boong chếch cũng cho phép máy bay cất cánh khi có máy bay khác hạ cánh.

Phần kiến trúc boong thượng (cầu, tháp chỉ huy, ống khói...) được tập trung sang mạn phải boong trong một vùng tương đối nhỏ, gọi là *"đảo"*.

Gần đây đã xuất hiện tàu sân bay có mặt dốc lên ở đầu trước boong bay, gọi là tàu sân bay boong dốc. Boong dốc được phát triển để phóng máy bay cất hạ cánh thẳng đứng hoặc chạy đà ngắn (máy bay V/STOL), như Sea Harrier của Anh. Mặc dù máy bay này có thể cất cánh thẳng đứng từ boong tàu, song dùng boong dốc sẽ tiết kiệm nhiên liệu hơn. Vì không cần máy phóng và cáp giữ, tàu sân bay có kiến trúc này giảm được đáng kể khối lượng, độ phức tạp và không gian cần có cho trang thiết bị.

Có lịch sử chưa đầy một Thế kỷ, song tàu sân bay đã trải qua khá nhiều bước phát triển, và do đó được phân loại theo khá nhiều tiêu chí khác nhau trong từng giai đoạn của nó.

Trong giai đoạn đầu tiên cho đến trước Chiến tranh Thế giới II, có ba loại phương tiện mang máy bay là:

- Tàu chuyên chở thủy phi cơ, như tàu Engadine của Anh, đã loại bỏ sau những năm 20 khi thủy phi cơ ít được sử dụng trong quân sự.

- Tàu sân bay hạm đội tiêu chuẩn, như tàu Ark Royal, có lượng giãn nước cỡ 20.000 tới 65.000 tấn.

- Phi thuyền phi cơ, khí cầu mang máy bay, như Akron và Macon của Mỹ.

Trong Chiến tranh Thế giới II, xuất hiện hàng loạt phương tiện mang phóng máy bay trên biển khác nhau:

- Tàu sân bay hộ tống, như tàu Barnes của Mỹ, chỉ được đóng trong thời gian chiến tranh Thế giới II và chỉ dùng trong hải quân Anh, Mỹ.

- Tàu sân bay nhẹ, như tàu Indipendence của Mỹ, chủ yếu để mang máy bay tiêm kích.

- Tàu phóng máy bay (CAM), như tàu Michael E, vốn là tàu buôn cải hoán, có thể mang phóng song không thu hồi được máy bay, và chỉ được dùng như một biện pháp chữa cháy trong Chiến tranh Thế giới II.

- Tàu sân bay thương mại (MAC), như tàu Empire MacAlpine, thực chất là tàu buôn có boong bay, cũng là một giải pháp chữa cháy khác.

- Tàu bọc thép sân bay do hải quân Nhật đưa ra để bù lại một phần lực lượng tàu sân bay bị tổn thất sau trận Midway. Hai trong số này được cải hoán từ tàu bọc thép lớp Ise. Toàn bộ số tháp pháo được gỡ bỏ và thay bằng một hầm chứa máy bay, boong bay và máy phóng.

- Tàu ngầm mang máy bay, như các tàu Surcouf của Pháp, hoặc tàu I-400 của Nhật có thể mang 3 máy bay M6A Seiran. Chiếc đầu tiên được đóng từ những năm 20 của Thế kỷ XX.

Ngoài ra, nhiều tàu bọc thép, tuần dương và tàu vận tải thương mại được trang bị thủy phi cơ để trinh sát.

Sau Chiến tranh Thế giới II có nhiều phát triển đáng chú ý về đưa máy bay lên hạm tàu, cả chuyên dùng cũng như kết hợp. Đã có những tàu sân bay chuyên dùng, như:

- Tàu sân bay vận tải đổ bộ, như tàu Tarawa của Mỹ, thường được dùng để chuyên chở và đổ quân bằng máy bay lên thẳng. Vì thế, còn được gọi là tàu sân bay đổ bộ hoặc tàu sân bay trực thăng.

- Tàu sân bay chống ngầm, như tàu Invincible của Anh, cũng được xếp vào hạng tàu sân bay trực thăng, mặc dù còn được dùng để mang máy bay V/STOL.

- Tàu sân bay siêu hạng, như tàu sân bay Nimitz của Mỹ, chạy bằng năng lượng hạt nhân, cỡ 90.000 tấn trở lên.

Như đã nêu, một số tàu tuần dương và các tàu bọc thép trong thời gian giữa hai đại chiến thường được trang bị một máy phóng để phóng thủy phi cơ nhằm trinh sát và hiệu chỉnh pháo. Máy bay thường được phóng bằng máy phóng và thu hồi bằng cần cẩu từ mặt nước sau khi hạ cánh. Hầu hết chúng đã

bị loại bỏ trong Chiến tranh Thế giới II, song cũng từng gặt hái một số thành công vào đầu chiến tranh, như tại Chiến dịch eo biển Na Uy năm 1940.

Nhiều tàu chiến hiện đại có thể mang phóng máy bay lên thẳng và các tàu vận tải đổ bộ bằng máy bay lên thẳng giúp ta hình dung về một dạng tàu sân bay đổ bộ mới.

Có thể nói, lịch sử tàu sân bay gắn liền với lịch sử sử dụng máy bay hải quân trong tác chiến trên biển. Những thử nghiệm sớm nhất về sử dụng máy bay cất cánh từ tàu nổi được tiến hành ở Mỹ và Anh, vào thời gian 1910-1911. Năm 1910, E. Elly đã cất cánh lần đầu tiên từ tàu tuần dương bọc thép Birmingham của Mỹ. Năm 1914, xuất hiện tàu Ark Royal - tàu sân bay đầu tiên cải hoán từ tàu buôn - và được sử dụng trong suốt Chiến tranh Thế giới I. Đến năm 1918, xuất hiện tàu sân bay Argus của Anh, vốn là tàu tuần dương sửa lại. Và đến năm 1923, xuất hiện tàu sân bay thực thụ đầu tiên - tàu Hemes (*Thần chiến tranh*) cũng do Anh đóng theo thiết kế riêng cho họ tàu này. Ngay từ 1918, đã có trận không tập đầu tiên từ máy bay trên tàu sân bay. Trong trận tập kích căn cứ khí cầu máy Tondern của Đức, 7 máy bay xuất phát từ tàu sân bay Furious của Anh đã dùng bom 50 bảng tiêu diệt một số khí cầu máy và khí cầu thường của Đức. Song do tàu không thu hồi được máy bay, nên hai phi công đã phải hạ cánh xuống biển ở gần đó, số còn lại phải bay sang nước Thụy Điển trung lập.

Đến Chiến tranh Thế giới II, tàu sân bay bắt đầu được trang bị nhiều phương tiện bảo đảm khác như vô tuyến điện thanh, cho phép liên lạc trực tiếp giữa các phi công cũng như với tàu. Đặc biệt, radar đã cho phép nhanh chóng phát hiện vị trí tàu và máy bay đối phương. Lúc này, tàu sân bay đã thực sự đóng vai trò then chốt trong tác chiến trên biển, được coi là một chủ bài quan trọng của các cường quốc hải quân, như Nhật, Anh và nhất là Mỹ.

Cuộc Chiến tranh Thái Bình Dương trong thời kỳ này, chủ yếu giữa Mỹ và Nhật đã được biết đến như là một cuộc chiến tàu sân bay. Mở đầu cuộc chiến là trận Trân Châu Cảng (Pearl Harbor), ngày 17-2-1941, trong đó lần đầu tiên máy bay từ tàu sân bay của Nhật đã được huy động trên quy mô lớn và có tác dụng loại Hạm đội 7 Mỹ ra khỏi vòng chiến, ít nhất trong vòng nửa năm. Trận Midway - hội chiến hải quân mang ý nghĩa quyết định trong Chiến tranh Thế giới II diễn ra sau đó sáu tháng, trên thực chất cũng là một cuộc hội chiến tàu sân bay. Trong trận này, ưu thế có được nhờ máy bay trên tàu, cũng như nhờ chúng được dẫn đường bằng radar, đã cho phép Mỹ đánh bại lực lượng lớn tàu chiến nổi của Nhật, tới 160 chiếc, kể cả tàu sân bay, bằng một lực lượng *"khiêm tốn"* hơn đáng kể, tất cả có 76 tàu.

Sau chiến tranh, sự phát triển mạnh mẽ của máy bay, nhất là máy bay hải quân, đã tác động đáng kể tới sự phát triển của tàu sân bay. Từ những năm 50, với sự xuất hiện và vai trò ngày càng to lớn của máy bay phản lực, người ta bắt đầu chế tạo tàu sân bay boong rộng hơn. Tại Mỹ, trong khi Midway là lớp tàu sân bay đầu tiên có thể dùng cho máy bay phản lực thì lớp tàu chuyên dụng đầu tiên cho máy bay này là CV-59 Forrestal. Đây cũng là tàu sân bay đầu tiên trên Thế giới được sản xuất sau chiến tranh Thế giới II. Quá trình tăng vận tốc máy bay phản lực cũng gắn với khuynh hướng chế tạo tàu sân bay có mặt boong ngày càng rộng, mà một trong những tàu lớn nhất là CVN-68 Nimitz, bắt đầu đóng từ năm 1957 và đưa vào biên chế năm 1975, có lượng giãn nước tới 91.487 tấn. Đây cũng là tàu sân bay nguyên tử đầu tiên.

Mặt khác, trong những năm 70, cùng với sự phát triển và vai trò ngày càng lớn của máy bay lên thẳng, điều đã được khẳng định trong Chiến tranh Việt Nam; đã xuất hiện loại tàu sân bay kích cỡ nhỏ hơn, dùng riêng cho chúng, mà mẫu sớm nhất chiếc LPH-I Tarawa của Mỹ. Song do chức năng phục vụ tác chiến đổ bộ đường không từ hướng biển, nên những tàu như Tarawa được xếp vào họ tàu tác chiến đổ bộ. Tất nhiên, những tàu sân bay này còn được dùng cho máy bay cất hạ cánh thẳng đứng (V/STOL) là những máy bay phản lực có khả năng hoạt động từ tàu sân bay nhỏ; song uy lực không hề thua kém, mà thậm chí còn có những tính năng hơn hẳn so với máy bay phản lực thường (chẳng hạn, đột ngột *"dừng lại"* trên không mà không rơi). Điều này giải thích vì sao, trong khi Mỹ chú trọng các tàu sân bay lớn có boong ngày càng dài; thì Anh và Liên Xô, những cường quốc đã phát triển được máy bay V/STOL lại quan tâm phát triển các tàu sân bay nhỏ như Hermes (Anh), hoặc Kiev (Liên Xô).

Tuy nhiên sự phát triển mạnh mẽ của vũ khí tên lửa cả về tầm bắn, độ chính xác cũng như uy lực, đã khiến tàu sân bay - phương tiện chiến đấu trên biển cồng kềnh nhất - trở thành loại mục tiêu dễ bị tiêu diệt, mà minh chứng là tổn thất tàu sân bay của Anh trong chiến tranh Manvinat (còn gọi chiến tranh Falkland) năm 1982 (chưa kể các tổn thất hạm tàu khác). Hơn nữa, do giá thành cao, chi phí bảo

dưỡng lớn, nên tàu sân bay đã thực sự trở thành một thứ *"xa xỉ phẩm"*. Ngay Mỹ cũng dự kiến giảm dần số tàu sân bay xung kích xuống mức chỉ còn 12 chiếc vào cuối những năm 90 Thế kỷ XX.

Song từ đầu những năm 1990, vấn đề sản xuất và mua sắm tàu sân bay vẫn tiếp diễn, dù quy mô có nhỏ hơn. Từ năm 2000, chiều hướng này dường như vẫn không đổi, với hai mục tiêu chính: tăng cường số lượng hoặc ít nhất, thay thế tàu sân bay cũ bằng các tàu mới, hiện đại hơn. Pháp đã quyết định đóng thêm tàu sân bay thứ hai, cỡ 50.000-60.000 tấn bổ sung cho tàu Charles de Gaulle đã có. Tại Ấn Độ, sau khi mua và sử dụng tàu sân bay từ Liên Xô-Nga mà có ý kiến cho rằng *"chỉ để trưng bày"*, năm 2004, họ tiếp tục mua thêm tàu sân bay Admiral Gorshkov. Đặc biệt, từ tháng 4-2005 Ấn Độ bắt đầu đóng một tàu sân bay mới 37.000 tấn, dùng cho máy bay MiG-29, Sea Harrier và máy bay lên thẳng. Italia đã bắt đầu đóng tàu sân bay Cavour, cỡ 25.000-30.000 tấn cho máy bay V/STOL từ 2001, để thay thế tàu Giuseppe Garibaldi vào năm 2008. Trong khi đó nghe nói trong Tháng 6-2005, Trung Quốc đã quyết định đóng một tàu sân bay 78.000 tấn, mặc dù thông tin này bị họ phủ nhận. Để thay thế 3 tàu lớp Invincble hiện có, Anh đang lập kế hoạch đóng 2 tàu sân bay mới, Queen Elizabeth và Prince of Wales, 60.000 tấn, chủ yếu sẽ mang máy bay F-35. Nga đang chuẩn bị thiết kế mới để đóng hai tàu sân bay vào năm 2010 - một cho Hạm đội Baltic và một cho Hạm đội Thái Bình Dương. Trong khi đó, Mỹ cũng đã có kế hoạch CVN-21/CVNX - đóng tàu sân bay lớn hơn tàu Nimitz hiện có, và được thiết kế theo nguyên tắc giảm dấu hiệu radar.

Mỹ là nước có lực lượng tàu sân bay lớn nhất và đa dạng nhất Thế giới. Ngay từ chiến tranh Thế giới II, Mỹ đã có tới 98 tàu sân bay thường trực, trong số này có trên 30 tàu trực tiếp tham chiến. Với Mỹ, tàu sân bay được coi là hạt nhân của các cụm tác chiến hải quân đặc nhiệm và được coi là công cụ chính của chính sách pháo hạm mới sau chiến tranh. Tàu sân bay Mỹ hầu như có mặt trong mọi cuộc xung đột vũ trang và khủng hoảng mà họ có dính líu. Trong Chiến tranh Triều Tiên, Mỹ đã huy động tới 11 trong số 28 đến 34 tàu sân bay tham chiến, chiếm tỉ lệ tương đương thời kỳ Chiến tranh Thế giới II (30 trong số 89 chiếc các loại). Năm 1962, có tới 4 trong tổng số 26 tàu sân bay Mỹ được dùng để phong tỏa Cuba. Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991 đã có mặt tới 6 trong số 15 tàu sân bay xung kích. Tuy nhiên, nơi thu hút nhiều tàu sân bay nhất kể từ sau Chiến tranh Thế giới II đến nay, cả về số lượng tuyệt đối lẫn tương đối, là cuộc Chiến tranh Việt Nam. Trong thời gian 1964-1973, tham chiến tại đây có tới 17 trong số 26 tàu sân bay xung kích. Tham gia sự kiện tàu Maddox, còn gọi là sự kiện Vịnh Bắc Bộ tháng 8-1964, mở đường cho Cuộc chiến tranh phá hoại Miền Bắc Việt Nam, có tàu sân bay CV-14 Ticonderoga. Còn tham dự Chiến dịch di tản tháng 4-1975, được chính thức coi là chiến dịch cuối cùng của Mỹ trong cuộc chiến, là chiếc CVAN-65 Enterprise. Đấy là chưa kể hai chiếc CV-19 Hancock và CV-31 Bonhomme Richard, dính líu đến Việt Nam ngay từ năm 1956. Số tàu sân bay bị thu hút vào chiến tranh Việt Nam lớn đến nỗi, thời kỳ này Mỹ phải điều cả tàu sân bay xung kích từ các hạm đội khác sang tăng cường cho Hạm đội 7. Cũng chiến trường này, Mỹ đã bị đánh chìm một tàu sân bay, chiếc Carder, ngay trên Sông Sài Gòn. Ba chiếc khác (Enterprise, Oris Kany và Forrestal), mặc dù không bị giáng trả trực tiếp nhưng cũng bị hỏng nặng (rất có thể do máy bay trúng đạn gây ra).

Như vậy, mặc dù cực kỳ đắt tiền và dễ tổn thương, đến nay tàu sân bay vẫn được tiếp tục phát triển. Với các cường quốc hải quân hiện đại, tàu sân bay không chỉ đã trở thành một phương tiện chiến đấu đặc biệt quan trọng, thay thế cho tàu bọc thép trước đây, mà còn là một phương tiện thể hiện sức mạnh ngăn đe và tiềm lực Quốc gia.

Trong lịch sử, sự phát triển của tàu sân bay chịu ảnh hưởng của nhiều tác động chồng chéo, trái ngược nhau. Nếu như máy bay ném bom tầm xa (tầm hoạt động trên 2.000 km) và vũ khí tên lửa – cái đã làm mất thế độc tôn của máy bay, với tư cách là phương tiện mang vũ khí hạt nhân duy nhất, có tác động tiêu cực tới sự phát triển của tàu sân bay. Thì ngược lại, máy bay lên thẳng các loại, máy bay cánh quạt lật, và đặc biệt máy bay chiến đấu phản lực V/STOL dường như lại có tác dụng thúc đẩy sự phát triển của họ tàu này trong tương lai, với tư cách là phương tiện khó thay thế trong lĩnh vực sử dụng sức mạnh trên không và đổ bộ đường không từ hướng biển.

Trong các cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999 và Iraq 2003, bên cạnh vai trò sở chỉ huy trên biển và căn cứ nổi cho máy bay, tàu sân bay còn được dùng để phóng tên lửa hành trình Tomahawk. Đây là một chức năng hoàn toàn mới, cho thấy dường như họ tàu này còn được sử dụng khá lâu nữa.

8 - HỌ TÀU NGẦM

Tàu ngầm (Submarine) là họ tàu có khả năng hoạt động trong một thời gian dài ở dưới mặt nước. Hầu hết hải quân các nước đều sử dụng tàu ngầm. Chúng còn được sử dụng trong khoa học thủy hải dương và hoạt động ở những độ sâu con người không thể lặn xuống được.

Thực ra, thuật ngữ tàu ngầm được dùng để chỉ một phạm vi cực kỳ rộng rãi các phương tiện lặn ngầm khác nhau. Chúng bao gồm từ những tàu nhỏ hai người vận hành có khả năng thăm dò đáy biển trong vài giờ; tới những tàu ngầm hạt nhân lớp Typhoon, có thể lặn hàng tháng với số tên lửa mang đầu đạn hạt nhân có thể hủy diệt hàng trăm thành phố. Còn có hàng loạt tàu ngầm chuyên dụng khác nhau, từ những tàu ngầm tìm cứu như DSRV hoặc AS-28 mới đây, những tàu ngầm vận chuyển người nhái, tới những tàu ngầm tí hon có hoặc không có người điều khiển, dùng cho thám sát đại dương, trục vớt tàu đắm và nhiều việc khác.

Trong tác chiến hải quân, nhờ khả năng hoạt động dưới lòng nước, tàu ngầm là phương tiện có khả năng công kích hạm tàu nổi cũng như các mục tiêu trên bờ một cách bí mật, bất ngờ; và do đó mở ra một môi trường hoạt động hoàn toàn mới, một khả năng chiến đấu hoàn toàn khác lạ so với hải quân truyền thống. Chính nhờ khả năng lặn sâu trong lòng nước, và do đó khó bị tìm diệt, tàu ngầm trở thành phương tiện quân sự đặc biệt hữu dụng. Đã có vô số nỗ lực thiết kế nhằm giúp cho tàu ngầm hoạt động trong lòng nước càng êm lặng càng tốt nhằm tránh bị phát hiện (vì trong lòng nước âm truyền dễ hơn ánh sáng, nên sử dụng đặc trưng âm thanh của tàu dễ cho phép phát hiện tàu ngầm hơn). Nếu một tàu ngầm không bị phát hiện, thì nó có khả năng công kích ở tầm gần.

Để có khả năng lặn sâu và di chuyển dễ dàng, tàu ngầm thường có vỏ kim loại bền chắc dạng thuôn như hình giọt nước hoặc cá voi. Tàu ngầm hiện đại thường được trang bị động cơ hạt nhân hoặc thông thường (điện – diesen, khí nén...). Tùy vũ khí được trang bị, tàu ngầm được chia thành tàu ngầm chiến lược, tàu ngầm xung kích (chiến dịch) và tàu ngầm chiến thuật (hộ tống, tuần tiễu, săn ngầm...). Nhiệm vụ chính của tàu ngầm là chống tàu, ngoài ra còn được sử dụng cho các hoạt động như trinh sát, rải mìn (thủy lôi), tìm cứu, tiếp tế... Tuy nhiên với việc trang bị hệ thống động lực hạt nhân và tên lửa mang đầu đạn hạt nhân, tàu ngầm đã trở thành phương tiện ngăn đe lợi hại nhất trong bộ ba các phương tiện mang phóng tên lửa chiến lược (hầm phóng cố định hoặc bệ phóng cơ động trên mặt đất, máy bay chiến lược và tàu ngầm chiến lược).

Có lẽ tổ tiên xa của tàu ngầm là một loại giang thuyền gọi là chaika (*con mòng biển*), do người Cô dắc Ukraina sử dụng từ Thế kỷ XVII, để đi ngầm dưới nước khi thám sát hoặc xâm nhập. Có thể dễ dàng lật úp hoặc dìm chaika sao cho đội thủy thủ có thể thở ở bên dưới (như trong khoang lặn) hoặc kéo thuyền đi bằng cách đi ngầm dưới đáy sông. Người ta còn dùng ống thở hoặc những quả dọi đặc biệt để dìm thuyền. Mẫu tàu ngầm thực sự đầu tiên do Drebbel (Hà Lan) thiết kế và chế tạo năm 1620. Đây là con thuyền bọc da có 12 mái chèo có thể lặn sâu tới 5,5m trong vài giờ.

Năm 1747, xuất hiện tàu ngầm quân dụng đầu tiên, gọi là Turtle, được dùng ngay trong Chiến tranh giành độc lập Mỹ. Tàu có thể di chuyển với vận tốc 3 hải lý/giờ ở độ sâu 6 mét trong 30 phút. Tàu được trang bị một gói thuốc nổ 68 kg có ngòi nổ chậm dùng để bí mật cài vào đáy tàu chiến đối phương đang neo đậu. Năm 1800, Pháp chế tạo tàu ngầm do Fulton thiết kế. Tàu có dạng con cá, dùng chân vịt thay mái chèo. Năm 1866, Alexandrovski chế tạo được tàu ngầm chạy bằng động cơ khí. Cuối Thế kỷ XIX, xuất hiện tàu ngầm chạy bằng điện ácquy. Tuy nhiên, chỉ đến trước Chiến tranh Thế giới I, với việc sử dụng động cơ điện - diesel, tàu ngầm mới bắt đầu được chế tạo và sử dụng rộng rãi trong hải quân các nước, nhất là tại Đức, Anh và Mỹ.

Trong Chiến tranh Thế giới II, lần đầu tiên, tàu ngầm đã có tác động đáng kể tới chiến tranh. Mặc dù, hoạt động phần lớn thời gian ở tư thế nửa chìm nửa nổi (nhờ kính tiềm vọng nhô lên trên mặt nước) với động cơ diesel, và chỉ lặn ngầm trong thời gian ngắn nhờ acquy, song tàu ngầm đã có thể tiếp cận hạm tàu lớn của đối phương để phóng ngư lôi, điều các tàu mặt nước ngày càng khó thực hiện. Điển hình cho tàu ngầm thời Chiến tranh Thế giới I là tàu ngầm U-9 của Đức. Tàu dài 57 mét, rộng 5,8 mét,

chạy nổi với vận tốc 18 knot (hải lý/giờ), lặn 8 knot trong thời gian ngắn. U-9 có dự trữ hành trình 3.860 km, và được trang bị 6 ngư lôi. Trong thời gian từ 1914 tới 1939, Anh có tàu ngầm E, I; còn Mỹ có tàu ngầm K, lớn hơn và chạy nhanh hơn đôi chút so với tàu Đức.

Giữa hai cuộc đại chiến, vẫn xuất hiện những mẫu tàu ngầm mới. Đáng chú ý là có cả tàu ngầm mang máy bay, với hầm chứa máy bay kín nước và máy phóng chạy bằng hơi nước dùng cho một hai thủy phi cơ nhỏ. Chúng được sử dụng để làm đơn vị trinh sát ở phía trước hạm đội, một nhiệm vụ thiết yếu khi chưa có radar. Mẫu đầu tiên thuộc kiểu tàu ngầm này là HMS M2 của Anh, tàu Surcouf của Pháp và một số tàu của Nhật. Năm 1929, tàu Surcouf của Pháp được thiết kế như một *"tàu tuần dương ngầm"*, chuyên tìm diệt tàu chiến nổi.

Nếu như trong Chiến tranh Thế giới I, tàu ngầm hầu như chỉ có thể công kích ở tư thế kính tiềm vọng nhô khỏi mặt nước, thì tới Chiến tranh Thế giới II, với sự xuất hiện của các phương tiện thủy âm, máy thu báo động radar và ngư lôi tự dẫn theo tín hiệu từ hoặc thủy âm (tiếng chân vịt), tàu ngầm bắt đầu có khả năng công kích khi đang lặn. Lúc này tại Đức, Walter đã chế tạo được tàu ngầm kiểu XXVI, chạy bằng động cơ tuarbin chu trình kín với nhiên liệu hydrogen peroxide[1]. Giống như động cơ hạt nhân, động cơ này không cần dùng không khí ngoài và do đó có thể lặn lâu và chạy rất nhanh. Đầu năm 1944, Đức đã chế tạo được và cho chạy thử hai tầu kiểu này với vận tốc 25 knot khi nổi, 20knot khi lặn trong thời gian 5,5 giờ. May cho phía Đồng minh là cho đến tận khi kết thúc chiến tranh, không tàu ngầm kiểu XXVI nào kịp đưa vào sử dụng.

Năm 1954, Mỹ đã đóng được tàu ngầm hạt nhân đầu tiên, gọi là Nautilus. Như đã nêu, việc sử dụng động lực hạt nhân và tên lửa mang đầu đạn hạt nhân cho tàu ngầm đã khiến chúng trở thành thành phần ngăn đe lợi hại nhất trong bộ ba các phương tiện mang phóng chiến lược của thời Chiến tranh Lạnh. Tuy nhiên cho đến nay, với nguy cơ thường trực rò rỉ chất phóng xạ, tầu ngầm lại được coi là một trong những mối đe dọa tiềm tàng lớn nhất đối với môi trường sống.

Trong những năm 50, ngoài Mỹ, hải quân các nước Liên Xô, Anh, Pháp cũng bắt đầu được trang bị tàu ngầm hạt nhân. Đầu những năm 70, Liên Xô có khoảng 350 tàu ngầm, trong đó có chừng 60 tàu mang tên lửa đường đạn chiến lược tương ứng. Lúc này Mỹ có 135 tàu ngầm, 40 chiếc mang tên lửa đường đạn và 75% dùng động cơ hạt nhân. Trong các cường quốc khác chỉ Anh, Pháp và Trung Quốc có lực lượng tàu ngầm đáng kể. Trong số này, tàu ngầm Anh trang bị mạnh hơn cả. Tàu ngầm mang tên lửa đường đạn chiến lược hiện đại nhất của Liên Xô/Nga là Typhoon, có khả năng mang 20 tên lửa SS-N-20. Tương ứng, Mỹ có tầu ngầm Ohio mang được 24 tên lửa UGM-133A Trident D-5.

Tàu ngầm được sử dụng từ Chiến tranh giành độc lập của Mỹ, năm 1776. Năm 1864 trong nội chiến Mỹ, phe Miền Bắc đã dùng tàu ngầm Hunley đánh chìm tàu Housatonic tại Charlestone. Tuy nhiên, đến Chiến tranh Thế giới I vai trò quân sự của tàu ngầm mới bắt đầu được khẳng định, với việc một tàu U-9 của Đức đánh chìm 3 tàu tuần dương bọc thép lớn của Anh, trong vòng 90 phút vào ngày 22-9-1914. Trong cuộc chiến tranh này, tàu ngầm Anh đã đánh chìm 274 tàu buôn, 54 tàu chiến đối phương, trong đó có 14 tàu ngầm Đức. Tới năm 1917, tàu ngầm U của Đức đã đánh chìm 2.600 tàu buôn của phe Đồng minh. Chỉ riêng chiếc U-35 đã đánh chìm 226 tàu với trọng tải kỷ lục 500.000 tấn. Phía Đức cũng mất trên 200 tàu ngầm U. Cuộc Chiến tranh Đại Tây Dương kết thúc với việc 6.000 tàu, tổng cộng 12 triệu tấn bị đánh đắm.

Đức là nước có lực lượng tàu ngầm lớn nhất trong Chiến tranh Thế giới II. Bị giới hạn bởi Hiệp ước Versaille,[2] cũng như trước lực lượng tàu nổi quá lớn của Anh, các nỗ lực tăng cường lực lượng hải quân của Đức đã được tập trung cho việc mở rộng cơ sở sản xuất tàu ngầm. Cho đến cuối Chiến tranh Thế giới II, các cơ sở này đã đóng được tới trên dưới một ngàn chiếc tàu ngầm. Được trang bị những phương tiện truyền tin mới và thiết bị mã hóa Enigma nổi tiếng; khi phát hiện được đoàn tàu chở hàng của phe Đồng minh, tàu ngầm Đức có khả

---

(1) Anh và Liên Xô cũng có những công trình tương tự, nhưng không thành công bằng.

(2) Theo đó hải quân Đức bị giới hạn trong phạm vi 6 tàu bọc thép (dưới 10.000 tấn), 6 tàu tuần dương và 12 tàu khu trục. Song thực tế, cuối những năm 30 hiệp ước Versailles chẳng hề được tôn trọng. Ngay trước chiến tranh, Đức đã nhanh chóng xây dựng lại lực lượng hạm tàu nổi của mình.

năng nhanh chóng thông báo cho nhau và tập trung ba đến năm tàu bất ngờ đồng loạt tiến công vào ban đêm. Trong nửa đầu chiến tranh, chiến thuật này đã gây khó khăn không ít cho phe Đồng minh, dẫn đến việc phát triển các radar mới làm việc trên dải sóng centimet, có khả năng phát hiện kính tiềm vọng của tàu ngầm, mà một trong những mẫu nổi tiếng là radar Huff-Duff.

Trong Chiến tranh Thế giới II, tàu ngầm được sử dụng trên cả hai chiến trường hải quân chính là Đại Tây Dương và Thái Bình Dương. Trên mặt trận Đại Tây Dương, Đức đã tung vào vòng chiến gần 1.200 tầu ngầm và bị tổn thất khoảng 2/3. Song tàu ngầm Đức đã làm mất 45.000 sinh mạng do đánh chìm trên 3.500 tàu, trong đó có cả tàu bọc thép Elisabeth - niềm tự hào của nước Anh. Trên mặt trận Thái Bình Dương dùng chiến thuật của Đức, tàu ngầm Mỹ đã diệt 1.200 tàu buôn và 200 tàu chiến, chiếm 2/3 số tàu của Nhật bị đánh chìm trong chiến tranh. Trong khi đó tàu ngầm Nhật, mặc dù đã góp một phần đáng kể trong trận Trân Châu Cảng; song do bị tổn thất quá nhiều tại trận Midway, cũng như tập trung chủ yếu để đánh vào tàu chiến nổi, là những tàu có sức cơ động cao nên chỉ có vai trò mờ nhạt trên mặt trận này. Tổng cộng trong chiến tranh, tàu ngầm Nhật đã đánh chìm 184 tàu hàng tổng cộng gần 1 triệu tấn so với 493 tàu 1,5 triệu tấn của Anh, 1079 tàu 4,65 triệu tấn của Mỹ và 2840 tàu 14,3 triệu tấn của Đức. Tuy nhiên, có lẽ sự kiện đáng chú ý nhất về sử dụng tàu ngầm trong cuộc chiến tranh này là việc Nhật dùng máy bay xuất kích từ tàu ngầm công kích các mục tiêu trên đất Mỹ. Trong năm 1942, ít nhất hai lần vùng đất Bờ Tây (nhìn ra Thái Bình Dương) của Mỹ đã bị máy bay Nhật từ tàu ngầm đánh bom. Điều này có thể khiến dân chúng Mỹ cực kỳ hoảng loạn. Vì thế, bộ quốc phòng Mỹ đã phải *"giấu nhẹm"* sự việc trước giới báo chí. Mãi hơn 60 năm sau, đến 2005 câu chuyện mới được tiết lộ.

Sau Chiến tranh Thế giới II, tàu ngầm vẫn tiếp tục tham dự nhiều hoạt động quân sự. Trong Cuộc chiến tranh Manvinat năm 1982, tàu ngầm hạt nhân HMS Conqueror của Anh đã được dùng để đánh chìm tàu tuần dương General Belgrano của Argentina. Tới Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991, lần đầu tiên tàu ngầm Lousiana của Mỹ đã được dùng để phóng tên lửa hành trình chiến lược Tomahawk vào sâu trong đất Iraq, mở đầu cho việc sử dụng tên lửa hành trình trong hàng loạt cuộc chiến tranh cục bộ sau này, từ Trung Đông tới Ban Căng. Với việc trang bị tên lửa hành trình phi hạt nhân, từ một phương tiện ngăn đe chiến lược, tức là hầu như không có cơ hội sử dụng, tàu ngầm hạt nhân đã trở thành một trong những phương tiện phổ biến để đánh đòn phủ đầu, mở đầu cuộc chiến trong cái gọi là chiến tranh công nghệ cao, mà gần đây nhất là cuộc Chiến tranh Iraq 2003.

Tàu ngầm mang tên lửa đường đạn (Mỹ ký hiệu là SSBN) là loại tàu ngầm mang tên lửa đường đạn chiến lược có đầu đạn hạt nhân, để công kích những mục tiêu chiến lược như đô thị hoặc hầm phóng tên lửa chiến lược tại bất kỳ nơi nào trên Thế giới. Hiện tại chúng chạy bằng năng lượng hạt nhân, để có thời gian hoạt động lâu và đặc tính tàng hình. Tàu ngầm SSBN đóng một vai trò quan trọng trong việc ngăn đe lẫn nhau thời Chiến tranh Lạnh, lúc cả Mỹ và Liên Xô đều có khả năng trả đũa khi bị đánh đòn phủ đầu. Điều này tạo nên cái gọi là Chiến lược Chắc chắn tiêu diệt lẫn nhau.

Mỹ hiện có 18 tàu ngầm lớp Ohio, trong đó có 14 chiếc tàu ngầm SSBN Trident II, mỗi chiếc mang 24 tên lửa đường đạn phóng từ tàu ngầm (SLBM) mang đầu đạn hạt nhân. Bốn tàu ngầm lớp Ohio được trang bị tên lửa Trident I đầu tiên, đang được cải hoán để mang tên lửa hành trình Tomahawk.

Mặc dù không có nhiều tàu ngầm SSBN như Mỹ, song bù lại, Nga/Liên Xô là nước có tàu ngầm SSBN lớn nhất Thế giới. Đó là những tàu lớp Akula, hay Typhoon, có lượng giãn nước tới 48.000 tấn, hạ thủy từ những năm 80. Tàu ngầm Typhoon có nhiều lớp vỏ chịu áp lực với thân rộng hơn đáng kể so với những tàu SSBN kiểu cũ. Tàu được trang bị 2 ống phóng lôi 533mm (để phóng ngư lôi và thủy lôi) cộng với vũ khí chính là 20 tên lửa SLBM mang đầu đạn hạt nhân RSM-52.

Anh có 4 tàu ngầm SSBN cùng thuộc lớp Vanguard, đưa vào trang bị từ những năm 90.

Pháp có 4 tàu ngầm SSBN, 1 chiếc thuộc lớp Redoutable và 3 chiếc thuộc lớp Triomphant. Một chiếc thuộc lớp Triomphant khác đang đóng.

Lực lượng tàu ngầm SSBN của Trung Quốc tương đối mới, được hạ thủy từ 1981. Hiện Trung Quốc có 5 tàu ngầm lớp Hán JL-1 (lượng giãn nước 5.000 tấn, mang 6 tên lửa SLBM) và 1 tàu lớp Hạ JL-2 (khoảng 8.000 tấn, 12 tên lửa SLBM), đều là

những tàu theo thiết kế của Liên Xô cũ. Theo chương trình, các tàu lớp Hán sẽ được thay thế dần bằng tàu lớp Hạ hiện đại hơn, được triển khai từ 2003.

Tàu ngầm tiến công - còn được gọi là *"tàu tiến công nhanh"*, *"tàu ngầm tìm diệt"* hoặc *"tàu ngầm hạm đội"* - được thiết kế để công kích tàu buôn hoặc các tàu chiến khác. Chúng được trang bị ngư lôi để đánh tàu hải quân, và gần đây bắt đầu được trang bị tên lửa hành trình để công kích hạm tàu cũng như mục tiêu trên bộ. Trên tàu ngầm của Mỹ, tên lửa hành trình có thể được phóng nằm ngang từ ống phóng lôi; hoặc gần đây hơn, phóng qua ống phóng thẳng đứng đặc biệt. Tàu phóng tên lửa nằm ngang phải giảm bớt số ngư lôi mang theo, còn tàu phóng thẳng đứng đòi hỏi có tàu tiếp đạn hoặc phải trở về căn cứ để nạp tên lửa. Liên Xô cũng đã phát triển một số kiểu tàu ngầm tiến công bằng tên lửa (SSGN), mang khá nhiều tên lửa chống tàu nổi, vì mục tiêu chính của chúng là những phương tiện triển khai lực lượng, tàu sân bay hạt nhân và thông thường của Mỹ.

Tàu ngầm tiến công sử dụng nhiều kiểu thiết bị động lực khác nhau. Phần lớn những tàu ngầm phi hạt nhân dùng hệ thống tổ hợp động lực điện-diesel phát triển từ đầu Thế kỷ XX, nhiều tàu ngầm dùng năng lượng hạt nhân, và một số tàu dùng những hệ thống động lực không lệ thuộc không khí, như pin nhiên liệu hoặc động cơ Stirling. Tất cả tàu ngầm tiến công của Mỹ đều dùng động lực hạt nhân.

Cho đến những năm 80, tàu ngầm tiến công của Nga vẫn được thiết kế theo quan niệm dùng để chống hạm nổi, vì thế chúng thường chạy nhanh và khá ồn. Sau đó, Nga đã thiết kế được những tàu chạy êm hơn, mà mở đầu là lớp tàu Victor III. Tàu được trang bị ngư lôi, rôcket chống ngầm SUBROC, tên lửa hành trình, và trở thành mối đe dọa đáng kể đối với hải quân các nước NATO. Ngày nay, tàu ngầm các lớp Akula, Sierra và Graney tiếp tục được đổi mới về thiết kế và là những tàu ngầm tốt nhất Thế giới.

Trước những năm 90, Anh có tàu ngầm tiến công dùng cả động cơ hạt nhân lẫn động cơ diesel. Song do cắt giảm ngân sách quốc phòng sau Chiến tranh Lạnh, Anh chỉ để lại tàu ngầm hạt nhân, thuộc các lớp Trafalgar và Swiftsure. Ngoài ngư lôi và tên lửa đối hạm Harpoon, hiện tại nhiều tàu được trang bị tên lửa hành trình Tomahawk mang đầu đạn thông thường. Theo kế hoạch, đến 2008 tất cả tàu ngầm tiến công Anh sẽ đều được trang bị tên lửa Tomahawk. Trong Chiến tranh Ban Căng 1999, tàu ngầm HMS Splendid là chiếc đầu tiên được dùng để bắn tên lửa hành trình Tomahawk.

Ngày nay, vai trò của tàu ngầm tiến công đã thay đổi thực sự kể từ khi Chiến tranh Lạnh kết thúc. Tàu ngầm cao tốc Mỹ không còn lảng vảng dưới đại dương sâu thẳm, săn lùng những con tàu Xô Viết bí hiểm; thay vào đó chúng được dùng để phóng tên lửa hành trình, cảnh báo sớm và thu thập tình báo, dọn thủy lôi, thả các đội tác chiến đặc biệt và những việc khác. Mỹ có cả một lớp tàu ngầm để chuyên làm điều đó, lớp Virginia.

9 - TÀU ĐỔ BỘ

Tàu đổ bộ (landing ship) là cách gọi ngắn của họ tàu xung kích thủy bộ, thuộc nhiều lớp khác nhau về kích cỡ và tính năng, được dùng để đổ quân hoặc chi viện cho lực lượng đổ bộ trên lãnh thổ đối phương bằng một cuộc tiến công thủy bộ. Mỹ là nước có đội tàu đổ bộ lớn nhất và nhiều chủng loại nhất Thế giới. Nòng cốt của đội tàu này là các tàu thuộc lớp Tarawa, được đóng và hạ thủy từ những năm 70; và tiếp theo là các tàu lớp Wasp mới hơn và lớn hơn, được bắt đầu triển khai từ 1989.

Những hạm tàu ban đầu đóng vai trò nòng cốt cho tiến công đổ bộ là tàu sân bay trực thăng Iwo Jima, được đóng trong những năm 50 - 60 và những tàu sân bay hạm đội, tàu sân bay hộ tống cải hoán khác. Chiếc đầu tiên trong số này là tàu sân bay hộ tống CVE-106/LPH-1 Block Island, thực tế chưa bao giờ được dùng làm tàu đổ bộ. Chậm trễ trong việc đóng các tàu Iwo Jima đã được bù đắp bằng việc cải hoán 3 tàu sân bay lớp Essex và một tàu sân bay hộ tống lớp Casablanca thành tàu đổ bộ - các lớp Boxer và Thetis Bay.

Các tàu lớp Tarawa, Wasp và lớp tàu tiền bối Iwo Jima của chúng hoàn toàn giống như tàu sân bay. Tuy nhiên so với tàu sân bay, tàu đổ bộ có vai trò khác về cơ bản. Phương tiện bảo đảm hàng không trên tàu không phải để phục vụ máy bay cường kích, mà chủ yếu dùng cho máy bay lên thẳng để bảo đảm cho lực lượng trên bờ. Song thực tế, các tàu lớp Wasp và Tarawa còn mang theo một số máy bay phản lực cất hạ cánh thẳng đứng hoặc chạy đà ngắn (V/STOL) Harrier. Chúng còn có chức năng phụ là *"hạm tàu kiểm soát biển"*, mang nhiều máy bay Harrier hơn, cái đã được sử dụng thực chiến lần đầu trong Chiến tranh Iraq 2003.

Bên cạnh những hạm tàu lớn nhất trong hạm đội, còn có nhiều chủng loại tàu khác được dùng chi viện cho tiến công đổ bộ. Đó là các tàu vận tải đổ bộ như tàu sân bay trực thăng có đốc đổ bộ (LPH), tàu đốc đổ bộ (LSD) và tàu chỉ huy (LCC và AGF). Trong hải quân các nước khác còn có tàu đổ bộ chở xe tăng (LST), tàu hậu cần đổ bộ (LSL) và tàu vận tải đổ bộ hạng trung (LSM).

Có thể nói, tàu đổ bộ là một trong những họ tàu tương đối trẻ. Thực tế, lịch sử tàu chuyên dùng mới bắt đầu từ Chiến tranh Thế giới II. Trước đó, trong Chiến tranh Thế giới I, hoạt động tiến công đổ bộ được thực hiện bằng tàu thuyền thường. Những cuộc đổ bộ đầy thảm họa trong chiến dịch Gallipoli (Ý) năm 1915 cho thấy rằng, không thể thực hiện kiểu hoạt động này khi đối mặt với vũ khí hiện đại, đặc biệt là súng máy. Những năm 20 và 30, hoạt động của các nhóm lính thủy đánh bộ nhỏ tại Trung và Nam Mỹ đã dẫn tới việc sớm đưa ra học thuyết tác chiến đổ bộ. Cuối những năm 30, các nhà máy bê tông đã được dùng để đóng những con tàu đổ bộ chuyên dùng thực sự đầu tiên.

Tàu đổ bộ chuyên dùng có thể được chia làm hai loại, được mô tả đơn giản là hạm tàu (tàu) và hạm thuyền (xuồng). Nhìn chung, tàu được dùng để chuyển quân từ cảng xuất phát tới điểm đổ quân tiến công, còn xuồng chở quân từ tàu vào bờ. Trong những cuộc đổ bộ cự ly gần, còn có thể áp dụng kỹ thuật bờ tới bờ, tức là dùng xuồng đổ bộ chở quân trực tiếp từ cảng xuất phát tới điểm tiến công.

Khá nhiều chủng loại tàu thuyền được cải hoán thành tàu vận tải đổ bộ. Tuy nhiên, tàu đổ bộ chở xe tăng không nằm trong số này. Đây là một kiểu tàu chuyên vận chuyển xe tăng vào bờ. Khác với những tàu lớn khác, tàu LST có thể cập bờ và trực tiếp cho xe tăng lên bờ. Ngoài tàu chở quân, hoạt động đổ bộ còn cần đến những tàu khác. Tiến công thủy bộ là hoạt động phức tạp đến nỗi cần phải có một kỳ hạm chuyên dụng, với những cơ sở vật chất mà một tàu hải quân thường không thể có. Rõ ràng các tàu bọc thép, tuần dương và khu trục không thể bảo đảm toàn bộ hỏa lực chi viện (kể cả hỏa lực chế áp) mà một cuộc đổ bộ cần đến. Vì thế, cần phải có tàu chuyên dụng với những vũ khí chi viện trực tiếp và gián tiếp khác nhau, cả pháo và tên lửa. Như một bộ phận của hỏa lực chuẩn bị tiến công, khu vực đổ quân sẽ được các loại vũ khí này bao quát.

Mặc dù có nhiều tiến bộ so với thời Chiến tranh Thế giới II, song địa hình bờ biển vẫn là hạn chế cơ bản đối với hoạt động đổ bộ đường biển. Bờ biển phải có ít chướng ngại tự nhiên và điều kiện thủy triều thuận lợi. Tuy nhiên, với sự phát triển máy bay lên thẳng, tình hình này đã thay đổi từ nền tảng.

Máy bay lên thẳng được sử dụng lần đầu trong tiến công đổ bộ vào năm 1956, khi liên quân Anh, Pháp và Ixraen tiến vào đất Ai Cập trong Chiến tranh Kênh đào Suez. Hai tàu sân bay hạm đội hạng nhẹ của Anh đã được dùng để mang máy bay lên thẳng, và một cuộc đổ bộ với quy mô tiểu đoàn đã được tiến hành. Kỹ thuật chiến đấu này đã được quân Mỹ tiếp tục phát triển trong chiến tranh Việt Nam và hoàn thiện dần qua các cuộc tập trận. Thực tế hoạt động tiến công đổ bộ đường biển hiện tại có thể diễn ra tại bất kỳ bờ biển nào, khiến bên thủ rất khó đối phó.

Một trong những đổi mới gần đây nhất là tàu đổ bộ đệm khí (LCAC). Các tàu đệm khí lớn có khả năng hoạt động với cấp sóng cao hơn và cho phép tăng đáng kể tốc độ chuyển phương tiện từ tàu vận tải đổ bộ lên bờ.

Người ta thường cho rằng, tác chiến đổ bộ là hình thức tác chiến khó hiệp đồng nhất. Chúng cần được chỉ huy tốt và hiệp đồng trên quy mô rộng hơn. Hai Quốc gia có lực lượng đổ bộ lớn nhất Thế giới là Mỹ và Anh. Từ những cuộc đổ bộ lớn trong Chiến tranh Thế giới II, tới những cuộc đổ quân từ cự ly tới 600km gần đây tại Afhanistan và Iraq; hai nước đã đi đầu trong việc phát triển học thuyết và chế tạo tàu thuyền đổ bộ. Anh là nước có đội tàu đổ bộ lớn thứ hai Thế giới, chỉ sau Mỹ. Ngoài hai nước này, cũng còn một số nước có lực lượng đổ bộ đáng kể,

trong đó có Pháp (4 tàu vận tải đổ bộ), Nhật (2 tàu), Ý (3 tàu), Hà Lan (2 tàu), Tây Ban Nha (2 tàu). Đặc biệt, Singapore, một nước đang phát triển ở Đông Nam Á, cũng có tới 4 tàu vận tải đổ bộ đóng trong thời gian 2000-2001.

Tàu đổ bộ chở xe tăng (LST) là loại tàu đổ bộ lớn, có đáy bằng và cửa mũi kiêm cầu dốc, được chế tạo trong Chiến tranh Thế giới II để bảo đảm cho tác chiến đổ bộ bằng cách chuyên chở một lượng lớn xe cộ, hàng hóa và quân chiến đấu trực tiếp tới bờ biển chưa chuẩn bị.

Tàu LST đầu tiên được đóng tại Mỹ, và ngay sau đó trong cuộc tiến công vào Algeria năm 1942, nó đã tỏ ra là một phương tiện có giá trị; mặc dù mũi tàu còn tù, khó chạy nhanh và còn cần có vỏ tàu nhẵn nhụi. Sau khi cải tiến, Mỹ đã đóng trên 1.000 tàu LST. Anh cũng đặt mua của Mỹ 200 chiếc. Tàu LST tiêu chuẩn do Mỹ thiết kế dài 100m, rộng 15 m, mớn nước tối thiểu 1,2m, có thể chuyên chở 1.900 tấn xe tăng và các xe cộ khác. Chiếc đầu tiên được đưa vào sử dụng cuối năm 1942.

Được sử dụng lần đầu năm 1943 tại Quần đảo Solomon, chúng đã nhanh chóng tỏ ra là phương tiện cực kỳ quan trọng. Trong Chiến tranh Thế giới II, trên chiến trường Châu Âu, LST được sử dụng trong các cuộc đổ bộ ở Sicily (Ý), Normandy, miền nam nước Pháp. Trên chiến trường Thái Bình Dương, LST là bộ phận thiết yếu trong các chiến dịch nhảy cóc từ đảo nọ sang đảo kia, có tác dụng quyết định trong việc giải phóng Philippine và chiếm các đảo Iwo Jima và Okinawa của Nhật.

Trong thời gian này, LST đã tỏ ra là một loại tàu có tính linh hoạt đáng kể; và do đó, được cải hoán thành tàu sửa chữa xuồng đổ bộ (ARL), đặc biệt thành *"tàu mẹ"*, tàu bệnh viện. Riêng trong Chiến dịch Normandy, tàu bệnh viện trên khung LST đã chuyên chở tới 41.000 thương binh qua Kênh Anh (eo biển Măng xơ).

Trong Chiến tranh Thế giới II, tại Mỹ có tới hơn 1.000 tàu LST được hạ thủy. Hàng trăm tàu LST bị hỏng hoặc chìm. Số còn lại bị loại bỏ hoặc dùng cho các ứng dụng dân sinh như dùng làm tàu vận tải, phà và tàu cuốc. Trong Chiến tranh Việt Nam, một trong những tàu cuốc như thế đã được dùng để khơi thông luồng lạch trên sông Sài Gòn và bị đặc công Việt Nam đánh chìm.

Năm 1969, việc hạ thủy tàu Newport đánh dấu một quan niệm hoàn toàn mới về tàu LST. Đây là tàu LST đầu tiên có vận tốc tới 20knaut (hải lý/giờ) nhờ dùng mũi tàu nhọn. Nó có cầu vượt ở mũi tàu, đồng thời có thêm cửa đuôi để cho xe lội nước đi sang xuồng đổ bộ thông dụng (LCU) hoặc cầu tầu. Có khả năng chở các phân đội đổ bộ với vận tốc cao như các tàu LHA, LPD và LSD; tàu LST lớp Newport có thể vận chuyển xe tăng hoặc các xe hạng nặng khác và trang bị công binh, là những phương tiện không dễ đổ bộ bằng máy bay lên thẳng hoặc xuồng đổ bộ. Mặc dù hải quân Mỹ không dùng nữa, song lớp tàu đổ bộ này vẫn được sử dụng trong hải quân Đài Loan và Úc.

Tàu vận tải đốc đổ bộ (LPD) là loại tàu đổ bộ có khả năng tiếp nhận, chuyên chở và đổ bộ các thành phần của một lực lượng đổ bộ viễn chinh. Nhìn chung, tàu được thiết kế để chuyển quân đến vùng chiến bằng đường biển, song cũng có khả năng dùng máy bay lên thẳng ở mức độ nhất định.

Tàu LPD có thể đổ quân theo cả đường biển lẫn đường không nhờ có một boong bay cho máy bay lên thẳng và đốc hay âu tàu để tiếp nhận và thả xuồng đổ bộ và xe lội nước. Hiện hải quân Mỹ có một số tàu LPD.

Tàu đốc đổ bộ (LSD) được thiết kế để vận chuyển và đổ quân theo đường biển. Được sử dụng trong lực lượng lính thủy đánh bộ Mỹ, chúng chủ yếu được dùng để chuyên chở xuồng đổ bộ đệm khí (LCAC) và quân đổ bộ đi cùng.

Xuồng đổ bộ xung kích (LCA) là phương tiện đổ bộ nhỏ, được Anh sử dụng là chính. Đây là xuồng đổ bộ đáy bằng, đóng bằng gỗ có bọc thép. LCA có phần giữa đủ dài để chuyên chở quân, cách ly với cầu dốc đổ bộ ở mũi xuồng bằng một đầu bò gắn với hai cửa kéo. Ngay sau đầu bò là buồng lái (mạn phải) và vị trí đặt súng máy (súng Bren, mạn trái). Xuồng LCA dài 12,5m, rộng 3m, vận tốc 6-10knaut (hải lý/giờ), đội tàu 4 người, có thể chuyên chở 36 quân cộng với 400kg hàng.

Trong Chiến tranh Thế giới II, LCA đã được Anh sử dụng lần đầu để sơ tán khi Dunkerque thất thủ. Chúng được dùng trong mọi cuộc đổ bộ ở Châu Âu và tại Madagascar.

Xuồng đổ bộ cơ giới hóa (LCM) - còn gọi là xuồng đổ bộ hạng trung - được thiết kế để chuyên chở xe cộ trong đổ bộ. LCM được sử dụng rộng rãi trong Chiến tranh Thế giới II trong các chiến dịch đổ bộ của quân Đồng minh.

Không có một thiết kế riêng biệt nào cho lớp xuồng đổ bộ này. Được cả Anh lẫn Mỹ thiết kế và chế tạo, có tới 7 mẫu với ký hiệu từ LCM1 tới LCM7, trong đó đáng chú ý là LCM2 (29 tấn, chở được 100 quân hoặc 1 xe tăng 13,5 tấn, hoặc 15 tấn hàng), LCM3 (chở được 1 xe tăng 30 tấn M4 Sherman hoặc 60 quân hoặc 30 tấn hàng).

Xuồng đổ bộ chở xe tăng (LCT) là phương tiện xung kích thủy bộ được dùng để đổ bộ xe tăng lên đầu cầu đổ bộ đường biển. LCT đã được hải quân và lính thủy đánh bộ Mỹ sử dụng rộng rãi trong Chiến tranh Thế giới II, và sau đó trong các Cuộc chiến tranh Triều Tiên và Việt Nam. Có hai dạng LCT, là LCT Mk5 (chỉ có cầu dốc trước) và LCT Mk6 (hai cầu dốc, trước và sau). Nhìn chung, LCT nhỏ hơn nhiều so với tàu LST và có thể chuyên chở và đổ bộ từ LST. Chúng không được bọc giáp, chỉ được trang bị nhẹ, và nhìn chung không có tên gọi mà chỉ có số hiệu. Được thiết kế chế tạo tại Mỹ, song LCT còn được chuyển giao cho Anh và Liên Xô trong thời gian Chiến tranh Thế giới II theo Luật Thuê mượn.

Sau chiến tranh, trong khi các tàu Mk5 còn lại được tháo dỡ để bán hoặc dùng trong dân dụng (phà sông), thì mẫu Mk6 được thay đổi mã hiệu thành tàu đổ bộ đa dụng (LSU) năm 1949, rồi lại đổi thành xuồng đổ bộ đa dụng (LCU). Trong Chiến tranh Việt Nam, một số được đóng mới và được phân loại lại lần nữa thành Tàu cảng đa dụng (YFU); vì không còn dùng cho đổ bộ mà để phục vụ bến cảng, chuyên chở hàng từ tàu lớn vào cảng.

Bên cạnh việc dùng để vận chuyển xe tăng, người hoặc hàng, một số xuồng LCT còn được trang bị pháo, rôcket để chiến đấu, được cải hoán thành xưởng sửa chữa nổi hoặc dùng làm tàu quét mìn (thủy lôi).

Tổng cộng có tới 1.435 xuồng LCT, trong đó có 965 chiếc được đóng trong thời gian Chiến tranh Thế giới II. Song đến 2004, dường như chỉ còn chiếc LCT-203 được dùng làm tàu cuốc. Có lẽ đây là chiếc LCT quân dụng duy nhất còn lại.

10 - TÀU THUYỀN NGUYÊN LÝ MỚI

Tàu thuyền nguyên lý mới là một thuật ngữ để chỉ các tàu thuyền hải quân không được chế tạo theo các nguyên lý truyền thống. Thuật ngữ này cũng không được áp dụng cho tàu ngầm, như là một họ tàu hải quân riêng, mà về nhiều mặt, khác hẳn với tàu thuyền nổi truyền thống.

Hiện tại, đang có ba họ tàu thuyền khác nhau về nguyên lý là tàu cánh ngầm, tàu đệm khí và tàu nhiều thân. Trong số này, tàu đệm khí nhiều khi được gọi là xe đệm khí, vì có thể hoạt động cả trên bộ cũng như vì tính năng của chúng về nhiều mặt dường như gần với xe hơn là tàu thủy. Tương tự, tàu nhiều thân cũng không phải là phương tiện thủy mới lạ trong thời đại tàu buồm, có chăng chúng mới được quan tâm trở lại trong thời gian gần đây.

10.1. TÀU CÁNH NGẦM

Tàu cánh ngầm (Hydrofoil) là loại tàu thuyền nổi có cánh nâng đặt ngầm dưới thân. Khi tăng tốc, cánh nâng sẽ tạo ra lực nâng thủy động, nâng thân tàu khỏi mặt nước, và nhờ đó giảm đáng kể lực cản của nước, tức là tăng đáng kể vận tốc của tàu.

Những tàu cánh ngầm ban đầu có cánh nâng dạng chữ U. Chúng được gọi là tàu cánh nổi, vì khi chạy toàn bộ phần cánh được nâng lên khỏi mặt nước. Tàu cánh ngầm hiện đại có cánh dạng chữ T, còn được gọi là tàu cánh chìm, vì khi chạy toàn bộ cánh vẫn chìm dưới mặt nước. Do cánh chìm, tàu ít bị tác động của sóng, và do đó ổn định hơn trên biển cũng như tiện nghi hơn cho người trên tàu. Tuy nhiên, dạng cánh chìm không tự ổn định, và phải luôn thay đổi góc tấn của cánh để điều chỉnh lực nâng, điều đòi hỏi phải có hệ thống điều khiển bằng máy tính.

Tàu cánh ngầm không chỉ chạy nhanh hơn tàu rẽ nước thông thường mà còn nhanh hơn cả tàu lướt, là dạng tàu có thân gần như nổi hoàn toàn lên khỏi mặt nước khi chạy nhanh. Với vận tốc trên dưới 100km/h, tàu cánh ngầm thường được dùng làm tàu vận tải đổ bộ, tuần tiễu, hộ tống,... Tuỳ nhiệm vụ, chúng được trang bị nhiều loại vũ khí khác nhau, như ngư lôi, pháo hạng nhẹ và tên lửa.

Mẫu thiết kế tàu cánh ngầm đầu tiên do Lambert (Nga) đưa ra năm 1891. Sau đó 5 năm, có một bằng sáng chế tại Pháp về một kiểu tàu dùng cánh nâng đặt xung quanh để giảm mớn nước khi tàu chạy nhanh. Tới 1906, nguyên lý hoạt động của tàu cánh ngầm đã được W. E. Meacham lý giải cụ thể; và nhờ đó đến 1911, đã xuất hiện tàu cánh ngầm đầu tiên do Forlanini sáng chế, có vận tốc 87km/h. Tới Chiến tranh Thế giới II, đã có nhiều công trình nghiên cứu về tàu cánh ngầm phục vụ quân sự song không thành công. Đến 1952 đã xuất hiện tàu cánh ngầm thương mại đầu tiên, PT10, do Suprama chế tạo. PT10 thuộc dạng tàu cánh nổi, có thể mang 32 người, vận tốc 35 knaut. Mẫu tàu này đã được chế tạo hàng loạt tại Ý và Nhật.

Liên Xô cũng đẩy mạnh nghiên cứu chế tạo tàu cánh ngầm, đặc biệt trong những năm 70 và 80, đáng chú ý có hai kiểu Meteor và Voskhod nhỏ hơn, đều được được xuất khẩu rộng rãi.

Một trong những mẫu tàu cánh ngầm quân sự đáng chú ý nhất là lớp tàu Pegasus của hải quân Mỹ. Được chế tạo trong thời gian 1977 tới 1993, đây là những tàu cánh ngầm chạy nhanh và được trang bị tốt, có khả năng đánh chìm mọi loại tàu hải quân, trừ những hạng tàu lớn nhất. Được trang bị pháo và tên lửa, cũng như có thể gọi máy bay chi viện, chúng tỏ ra rất đắc lực trong chặn bắt buôn lậu ma tuý.

10.2. TÀU ĐỆM KHÍ

Tàu đệm khí - gọi đầy đủ là tàu chạy trên đệm khí (howvercraft hay aircushion vehicle), hay tàu hiệu ứng bề mặt (surface effect ship) - là phương tiện có khả năng di chuyển trên bề mặt tương đối bằng phẳng, nhờ đệm khí do bơm nén tạo ra bên dưới thân, giúp nó cách ly với bề mặt bên dưới một khoảng nhất định, từ vài đến vài chục centimet.

Do không tiếp xúc với mặt đất hoặc mặt nước, tàu đệm khí chịu lực ma sát nhỏ, và do đó có vận tốc khá cao, tới 120km/h hoặc hơn nữa. Ngoài ra, tàu còn có khả năng cơ động cao và có thể hoạt động trên các nền yếu, như mặt nước (bất kể mực nước nông sâu ra sao), mặt đất (không cần đường) và những vùng lầy lội.

Vì những ưu điểm này, tàu đệm khí được coi là phương tiện tác chiến thủy bộ lý tưởng, tức là có thể sử dụng cả trên bộ lẫn dưới nước, hoặc thậm chí trong những vùng địa hình chưa chuẩn bị mà các phương tiện đổ bộ khác không thể hoạt động. Và cũng vì thế, tuỳ nhu cầu tác chiến, chúng có thể được coi là tàu đệm khí hay xe đệm khí. Mặt khác, tàu đệm khí có thể được sử dụng cho khá nhiều chức năng, từ đổ bộ tới tuần tiễu. Với tải trọng khoảng 200-300 tấn, chúng thường được xếp vào hạng tàu nhẹ, cơ động cao và là loại tàu nổi có vận tốc cao nhất.

Về cấu tạo, tàu đệm khí gồm thân tàu với các khoang nổi hay khoang phao, khoang phục vụ, khoang động lực và thiết bị cơ khí. Xung quanh phần dưới của thân tàu có thành bao quanh đệm khí. Có hai loại thành: thành bao mềm (bằng vải nhiều lớp hoặc vải tăng cường sợi kim loại) và thành bao cứng (bằng kim loại). Tàu thường sử dụng thiết bị động lực tuabin khí. Không khí dưới thân tàu được nén nhờ quạt đẩy (hoặc bơm nén) qua ống dẫn khí vào vòi phun. Để nâng cao hiệu quả đệm khí, các vòi phun được hướng theo một góc nhất định vào vùng không gian nằm giữa đáy tàu và thành bao. Phần lớn các tàu đệm khí hiện đại được trang bị bơm ly tâm công suất lớn, làm việc với áp lực cao. Nhìn chung, năng lượng giành cho đệm khí chiếm tới 80% tổng công suất của thiết bị động lực, áp lực đệm khí có thể đạt 150-400 kg/m^2. Trọng tải của tàu đệm khí thường vào cỡ 20-30% tổng khối lượng tàu, tức là tương đương với sức chở của một máy bay vận tải cùng khối lượng. Tuỳ công dụng, tàu đệm khí có thể có kích cỡ khác nhau, song chúng thường được dùng để chuyên chở các tải trọng có kích thước lớn hơn so với dùng máy bay.

Thiết kế tàu đệm khí đầu tiên được ghi nhận là của Swedenborg, một nhà thiết kế, nhà triết học và thần học Thụy Điển. Tàu đệm khí chạy bằng sức người do ông thiết kế là một phương tiện mang có dạng chiếc thuyền úp sấp với buồng lái ở trung tâm và có những mái chèo giống như chiếc muỗng dùng để đẩy không khí xuống dưới bằng sức người. Con tàu đã không hề được chế tạo, và mãi đến những năm 30 vấn đề thiết kế chế thử tàu đệm khí mới được tiến hành tại một số nước, trong đó có Liên Xô. Song cũng mãi tới tận 1952, mới xuất hiện mẫu tàu đệm khí khả dụng đầu tiên, do Cockerell (Anh) sáng chế; và mãi đến 1959, mới xuất hiện chiếc SR-N1 - tàu đệm khí đầu tiên có thể chở người. Sáng chế này được hoàn thiện nhờ bổ sung một thành bao

mềm bằng vải hoặc cao su quanh bề mặt nâng để chặn không khí. Tới cuối những năm 60, với sự tham dự của các hãng chế tạo động cơ máy bay và máy bay, đã xuất hiện những tàu đệm khí mới dựa trên tuabin khí, có vận tốc tới trên 400km/h.

Nhờ vận tốc cao và không *"kén"* địa hình, nên một trong những ứng dụng quan trọng của tàu đệm khí là dùng làm phương tiện đổ quân từ *"tàu mẹ"* lên bãi biển. Để làm điều đó, Mỹ đã thiết kế hẳn một lớp tàu vận tải đổ bộ, tàu LSD, được sử dụng chuyên để đổ bộ bằng tàu xuồng đệm khí (Xem *Tàu đổ bộ*).

Những tàu đệm khí đầu tiên cũng đã được sử dụng trong thực chiến ít nhất tại Việt Nam. Tại đây, chúng đã tỏ ra có khả năng luồn lách trên vùng địa hình đất yếu và nhiều kênh rạch. Tuy nhiên, tiếng ồn quá cao và tính dễ tổn thương đã khiến chúng hầu như không phát huy được tác dụng.

Do những giới hạn về công nghệ, nhìn chung tàu đệm khí hiện đại thường có khối lượng toàn bộ vào cỡ 500 tấn trở lại. Song, nếu sử dụng động cơ phụt nước cũng có thể nâng khối lượng tàu đệm khí lên cỡ 2.000 tấn. Do vận tốc và tính cơ động cao, nên bên cạnh ứng dụng đổ bộ chúng còn được trang bị tên lửa và pháo nhẹ để chống tàu nổi và tàu ngầm. Ngoài ra, tàu đệm khí còn được dùng để quét thủy lôi, và thậm chí Mỹ từng có phương án chế tạo tàu sân bay đệm khí.

Từ những năm 70, tàu đệm khí quân dụng đã được phát triển và đưa vào trang bị tại nhiều nước như Mỹ, Nga/Liên Xô, Anh, Pháp, Trung Quốc. Một trong những mẫu tàu đệm khí đổ bộ của Mỹ là tàu JEFF-8. Những mẫu tàu đệm khí đáng chú ý của Nga/Liên Xô là Aist, Lebed và Gus. Anh cũng có nhiều mẫu tàu đệm khí, chủ yếu dùng trong thương mại, như các tàu SR-N4 và SR-N6.

Hiệu ứng bề mặt dựa trên đệm khí hở (không có thành bao), mặc dù tiêu hao năng lượng nhiều hơn dùng đệm khí kín song vẫn được ứng dụng cho máy bay. Nó cho phép cất hạ cánh thẳng đứng, điều cực kỳ quan trọng đối với máy bay hoạt động trong không gian chật hẹp (boong tàu) hoặc từ đường băng dã chiến trên nền đất yếu, như cho các máy bay cất hạ cánh thẳng đứng Harrier của Anh hoặc Yak-36 của Nga/Liên Xô. Ngoài ra, nó còn cho phép chế tạo máy bay hiệu ứng bề mặt, loại máy bay chở quân kiêm vận tải cánh ngắn, bay cực thấp (chỉ cách mặt đất khoảng 3m) với tiêu hao nhiên liệu chỉ bằng 1/3 so với máy bay thông thường.

10.3. TÀU THUYỀN NHIỀU THÂN

Tàu thuyền nhiều thân (Multihull), như tên gọi của nó, là thuật ngữ dùng để chỉ loại tàu thuyền gồm nhiều thân kết nối với nhau qua một khung. Nhờ có nhiều thân, chúng có độ ổn định cao, cả theo chiều thẳng đứng lẫn chiều ngang; nhờ đó tàu có khả năng chịu sóng cao cũng như ít chịu ảnh hưởng của sức gió tới độ thăng bằng của tàu (khi dùng buồm). Tàu còn chạy nhanh hơn do độ rộng của các thân đủ hẹp, ít cản nước; đồng thời còn do tỷ lệ giữa mớn nước với độ rộng toàn tàu lớn, không cần dùng vật dằn để ổn định như với tàu một thân.

Thường có ba loại tàu nhiều thân. Đó là thuyền buồm Mã Lai hay thuyền hai thân lệch, một to một bé; catamaran hay thuyền buồm Xây Lan, gồm hai thân bằng nhau; và thuyền ba thân, gồm một thân lớn ở giữa và hai thân nhỏ hai bên.

Thực tế, thuyền nhiều thân đã xuất hiện ở Đông Nam Á từ lâu. Ít nhất từ Thế kỷ thứ V Tr. CN đã có thuyền đôi, gồm hai thuyền ghép lại để tăng sức chịu sóng. Có dấu tích thuyền ba thân sử dụng trên Quần đảo Polinesian cách đây 4000 năm. Và còn sớm hơn nữa đã có bè đôi bằng tre nứa ghép lại, hoặc bè ba gồm một bè lớn ở giữa và hai bè nhỏ (hoặc thân cây) hai bên, dùng trong đánh cá. Cho đến ngày nay, cách làm này vẫn được cư dân biển đảo Đông Nam Á và Châu Úc sử dụng khá phổ biến.

Hiện tại, tàu thuyền ba thân, nhất là thuyền buồm được sử dụng khá nhiều làm thuyền đua, tại Châu Âu, Châu Úc và Vùng Caribbean. Tuy nhiên, chúng ít được chế tác hàng loạt và sử dụng rộng rãi cho các mục đích khác; mà một trong những nguyên nhân là khó khăn đặc biệt trong chuẩn bị âu tàu (ụ tàu), khiến giá thành cao đáng kể so với tàu thân đơn cùng chiều dài. Một điều nữa là nhìn chung người ta (ít nhất là dân thủy thủ tàu thân đơn) có định kiến rằng tàu hai thân không an toàn, mặc dù theo tính toán và thực tế chúng an toàn hơn đáng kể so với thuyền thân đơn. Chúng không cần vật dằn tàu, và do đó cả khi hỏng nặng vẫn không chìm.

Từ những năm 60 và 70, vấn đề tàu nhiều thân được chú ý trở lại trong quân sự. Đã có nhiều ý tưởng chế tạo tàu chiến ba thân. Thậm chí, Mỹ, còn có những phương án chế tạo tàu sân bay hai thân. Năm 2000, Anh đã đưa vào sử dụng thử tàu RV

Triton do hãng Quineti phát triển. Cuối 2005, Mỹ đã thử nghiệm đánh giá một tàu chiến ba thân, gọi là Tàu chiến duyên hải (LCS) do hãng General Dynamics đóng.

Trong khi đó, tàu hai ba thân đang được phát triển mạnh trong lĩnh vực dân sinh. Người ta đang nói đến buổi bình minh của tàu thuyền nhiều thân, nhất là hai thân. Đã xuất hiện nhiều mẫu thuyền đua hai thân dùng trong đua thuyền buồm. Do tính chịu sóng tốt, đã xuất hiện nhiều mẫu tàu hai thân dùng làm phà chở khách qua eo biển, như phà Stena Discovery tại Harwich (nối eo biển Anh - Hà Lan), Lake Express chạy giữa Milwaukee (bang Wisconsin, Mỹ) và Muskegon (Michigan), FoilCat, FlyingCat và Tricat nối giữa Hương Cảng (Hong Kong) và Macau. Tính an toàn và độ ổn định cao, không lắc lư lên xuống của tàu hai thân còn được khai thác để đóng tàu du lịch. Đã xuất hiện những du thuyền chạy buồm, như tàu Lagoon Power 43 của Mỹ, được coi là thuyền buồm thượng hạng cũng đã có hẳn một khách sạn nổi-tàu du lịch sang trọng do Úc chế tạo, và đã đi vòng quanh Thế giới với vận tốc trung bình 18 hải lý/giờ.

11 - MÁY BAY

Máy bay (Aircraft) là phương tiện bay nặng hơn không khí, có động lực, có khả năng bay lên không trung nhờ lực nâng khí động do cánh nâng tạo ra. Theo phương thức tạo lực nâng của cánh, máy bay được chia ra thành máy bay cánh nâng cố định và máy bay cánh nâng quay. Ngoài ra, máy bay còn được chia thành máy bay có và không có người lái.

Mẫu máy bay đầu tiên do hai anh em Wright (Mỹ) sáng chế ra từ năm 1903, trên cơ sở lắp động cơ lên tàu lượn - một phương tiện có khả năng bay nhờ lực kéo ngoài và cánh nâng cố định. Đây cũng là một sáng chế của hai anh em Wright một năm trước đó. Vì vậy, thuật ngữ máy bay thường được dùng để chỉ máy bay cánh nâng cố định.

Khác với khí cầu, thường được treo cố định hoặc di chuyển chậm chạp; máy bay không những nhỏ gọn hơn, cơ động linh hoạt và nhanh hơn nhiều, mà còn có khả năng mang bom đạn cũng như nhiều loại tải trọng bom đạn và vũ khí trang bị khác nhau, cho phép sử dụng nó vào nhiều nhiệm vụ đa dạng, chiến đấu cũng như bảo đảm chiến đấu. Vì vậy, với tư cách là trang bị quân dụng đầu tiên được sáng chế trong Thế kỷ XX, máy bay cũng là phương tiện đầu tiên mở ra một không gian chiến đấu hoàn toàn mới - không trung.

Từ thời Thượng cổ, con người đã có ước mơ bay lên khoảng không. Bằng cứ chắc chắn đầu tiên về thiết kế máy bay, xuất phát từ những ghi chép của nhà danh họa kiêm toán học, hình họa Leonardo da Vinci. Thời gian 1486-1490, ông đã mô tả sinh động các phương tiện bay bằng sức người, với hơn 35.000 từ và 500 bản vẽ kèm theo. Hầu hết, đó là các bộ cánh đập mô phỏng động tác bay của chim - điều cho tới nay mới được thực hiện trên một vài mẫu máy bay không người lái cực nhỏ.

Năm 1783, khí cầu bơm bằng khí nóng đầu tiên ra đời. Đây chính là phương tiện đầu tiên cho phép con người bay lên không trung. Đột phá căn bản trong thiết kế máy bay là máy bay diều, ra đời năm 1799, với mẫu của Carley. Từ đó, lực nâng và lực đẩy được tách biệt hoàn toàn. Lực nâng do cánh cố định được đặt chếch với luồng khí và lực đẩy do một cơ cấu động lực riêng. Cho đến nay, nguyên tắc thiết kế này vẫn đầy sức sống với vô số những mẫu dùng trong thể thao. Năm 1804, xuất hiện máy bay cánh cố định (airplane). Thực chất đó là một tàu lượn không người lái phóng bằng tay hoặc làm bằng gỗ và giấy. Tàu lượn dài một mét, có một cánh nâng cố định, thân và đuôi, với các cánh đuôi thẳng đứng và nằm ngang như máy bay ngày nay. Và như vậy, có thể nói tàu lượn chính là tiền thân cho máy bay, cả có và không người lái.

Song phải đến năm 1891, mới ra đời tàu lượn có người lái đầu tiên trong lịch sử, do Gililiental người Đức thiết kế và bay thử thành công. Rồi sau một loạt thử nghiệm với hầm gió, năm 1902, hai anh em Wright người Mỹ đã chế tạo và cho bay thử thành công một tàu lượn. Và tới ngày 17 Tháng 12 năm 1903, họ đã thực hiện được chuyến bay đầu tiên bằng phương tiện bay nặng hơn không khí, có động lực và có người điều khiển với các dây cáp, cần lái, bàn đạp thay cho các điều khiển bằng cách thay

đổi tư thế và trọng tâm người lái như với tàu lượn trước đây.

Những máy bay đầu tiên của anh em Wright thuộc loại máy bay cánh kép (biplane) cho phép tạo lực nâng lớn ở vận tốc thấp. Nhưng, do phải dùng một mạng cọc chống và dây chằng để cố định hai cánh; mặt khác do dùng cánh ngắn (tỷ lệ sải cánh/độ rộng nhỏ) nên chúng chịu lực cản khá lớn, và vì vậy bay rất chậm. Nhưng so với khí cầu, máy bay rõ ràng ưu việt hơn hơn, vì khí cầu máy quá cồng kềnh, chậm chạp, chịu nhiều tác động của nắng, gió và các điều kiện khí tượng, cũng như quá dễ bị bắn hạ, khó có thể đảm nhiệm những chức năng của máy bay như trinh sát, liên lạc, ném bom. Trong khi vụ cháy khí cầu máy năm 1912 sau chuyến bay xuyên Đại Tây Dương, dường như đã đánh dấu chấm hết cho thời đại khí cầu trong quân sự; thì ngay từ 1910, máy bay quân sự đã được đưa lên hạm tàu, khởi đầu cho sự xuất hiện của một họ tàu chiến nổi hoàn toàn mới – tàu sân bay.

Đến cuối Chiến tranh Thế giới I, máy bay đã được hợp lý hoá một cách đáng kể, bằng cách giảm lực cản khí động và tăng công suất động cơ để có độ cao và vận tốc lớn hơn. Cuộc chạy đua vận tốc bắt đầu từ năm 1927, trùng hợp với chuyến bay xuyên Đại Tây Dương một mình của Lindberg. Từ năm 1913 đến 1931, vận tốc cực đại của máy bay tăng gấp hơn 5 lần, từ 74 km/h (với máy bay cánh đơn Deperdussin, Pháp) lên tới 386 km/h (Suppermarine 5.6B). Cũng từ thời kỳ này, máy bay cố định đã có dáng dấp như ngày nay. Thân được bọc kín, kết cấu vững chắc, hình thuôn, ít chịu lực cản, cấu tạo cánh đơn dài (tỷ lệ sải cánh/độ rộng cao). Thời kỳ này, ngoài nhiệm vụ chở quân, vũ khí, trang bị, máy bay còn được dùng để mang bom và được trang bị thêm súng máy. Đồng thời hàng loạt kiểu máy bay chiến đấu chuyên dụng ra đời. Đã xuất hiện máy bay ném bom đường dài, máy bay ném bom bổ nhào, máy bay cường kích – chi viện trực tiếp cho lực lượng mặt đất; rồi đến máy bay tiêm kích – chuyên để chống máy bay. Những trận không chiến đầu tiên đã diễn ra trên bầu trời Tây Ban Nha thời nội chiến 1936 – 1939. Cũng tại đây, lần đầu tiên máy bay được sử dụng để ném bom hủy diệt cả một cụm dân cư - thị trấn Gernica, dẫn tới sự xuất hiện thuật ngữ vũ khí hủy diệt hàng loạt.

Đến Chiến tranh Thế giới II đã xuất hiện các tập đoàn không quân tập trung cho các trận đánh lớn. Tiếp đó là giai đoạn máy bay phản lực, bắt đầu từ tháng 8/1939, mở đầu là cuộc bay thử của máy bay phản lực He 178. Do tác dụng của động cơ phản lực với những cải tiến hợp lý khác (như cánh cụp), khiến máy bay ngày càng bay nhanh và có vận tốc tiếp cận vận tốc truyền âm. Tới tháng 10-1947, máy bay thử nghiệm Bell X –1 có người lái đã bay nhanh hơn tiếng động. Và từ những năm 50, các máy bay chiến đấu phản lực quân sự đã bay nhanh gấp 2-3 lần vận tốc truyền âm (2-3M). Cuộc chiến tranh Triều Tiên là nơi Mỹ đã sử dụng máy bay chiến đấu phản lực đầu tiên. Và máy bay phản lực siêu âm ngày càng được nhiều nước trên Thế giới sử dụng với quy mô lớn, trong đó đạt vận tốc cao nhất (trên 3M) là máy bay trinh sát chiến lược SR-71 của Mỹ. Trong chiến tranh Việt Nam, lần đầu tiên máy bay tác chiến điện tử chuyên dụng kiểu EB-66 đã được sử dụng. Đến 1973, xuất hiện máy bay chỉ huy báo động sớm chuyên dụng, trên khung máy bay vận tải, mẫu đầu tiên là E-2 của Mỹ.

Những năm 70 xuất hiện các máy bay thế hệ mới, với vật liệu phức hợp trong kết cấu ngày càng cao, mà một trong các định hướng là giảm dấu hiệu bộc lộ. Đại diện cho khuynh hướng này là máy bay tiêm kích tàng hình F-117A và máy bay ném bom tàng hình B-2A, đều của Mỹ.

Dưới đây giới thiệu ba họ máy bay chính- máy bay cánh nâng cố định, máy bay cánh nâng quay, và máy bay không người lái.

Máy bay cánh nâng cố định - thường được gọi tắt là máy bay - là họ phương tiện có thể bay lên nhờ lực nâng do cánh nâng cố định tạo ra, thông qua chuyển động tịnh tiến của thân nhờ động cơ.

Thời kỳ giữa hai cuộc đại chiến được coi là kỷ nguyên vàng của ngành hàng không với những kỷ lục liên tiếp về vận tốc, tầm bay và nhiều tính năng khác. Từ 1936, đã xuất hiện loại máy bay chuyên chiến đấu trên không, gọi là máy bay tiêm kích, và đồng thời xuất hiện những trận không chiến đầu tiên trên bầu trời Tây Ban Nha. Mặt trận trên không đã thực sự hình thành, và trên mặt trận hoàn toàn mới mẻ đó, có thể nói, máy bay chiếm vị trí độc tôn. Cho đến Chiến tranh Thế giới II 1939-1945, đã xuất hiện hàng loạt máy bay (cánh nâng cố định) khác nhau: máy bay ném bom - chuyên công kích mục tiêu trên bộ và trên biển bằng bom đạn, ngư thuỷ lôi; máy bay cường kích - chi viện trực tiếp cho các lực lượng

mặt đất; máy bay tiêm kích - chuyên chiến đấu chống máy bay; máy bay trinh sát; máy bay vận tải và nhiều loại máy bay quân dụng khác.

Với những phát triển đó, không quân đã trở thành một lực lượng ngang bằng với các quân chủng khác. Nếu như trước đây ưu thế trên biển được coi là yếu tố quyết định trong giành ưu thế quân sự, thì đến lúc này người ta bắt đầu nói tới ưu thế trên không; và cùng với quá trình đó, trong quân sự máy bay ngày càng có tầm quan trọng hơn so với hạm tàu nổi hải quân truyền thống. Không những thế, chính tầm quan trọng ngày càng cao của máy bay đã dẫn tới sự ra đời của tàu sân bay, một họ tàu hải quân hoàn toàn mới mà sức mạnh cũng như cự ly phát huy sức mạnh của nó chính là nhờ máy bay do nó mang theo quyết định.

Từ 1939, bắt đầu xuất hiện máy bay phản lực, rồi tới 1947 xuất hiện máy bay phản lực siêu âm - mà mẫu máy bay chiến đấu bay nhanh nhất là MiG-25 của Liên Xô. Tới những năm 60, xuất hiện máy bay ném bom siêu âm. Máy bay phản lực, đặc biệt là máy bay phản lực siêu âm đã tạo ra bước phát triển mới, biến không quân thành lực lượng tiến công quan trọng nhất trong chiến tranh cục bộ - loại hình chiến tranh phổ biến nhất sau Chiến tranh Thế giới II. Được sử dụng thực chiến lần đầu trong chiến tranh Triều Tiên (1951-1953), đến Chiến tranh Việt Nam, máy bay chiến đấu phản lực đã trở thành xương sống trong lực lượng không quân.

Từ 1957, với sự kiện sputnik (vệ tinh) và gắn liền với nó là sự xuất hiện của tên lửa đường đạn xuyên lục địa, địa vị độc tôn của máy bay trên không gian dường như đã mất đi. Song thời kỳ này lại được biết đến như là kỷ nguyên vàng thứ hai của ngành hàng không. Từ những năm 60, bắt đầu xuất hiện các dạng máy bay mới- máy bay dạng cánh thay đổi hay máy bay cánh cụp cánh xoè, máy bay cất hạ cánh thẳng đứng/chạy đà ngắn (máy bay VSTOL), máy bay hiệu ứng bề mặt (WIG) hay máy bay bay trên đệm khí hở và máy bay cánh quạt lật - một dạng lai ghép giữa máy bay cánh nâng cố định và máy bay cánh nâng quay (máy bay lên thẳng). Tới đầu những năm 80, đã xuất hiện tàu con thoi - phương tiện vũ trụ đầu tiên có thể sử dụng nhiều lần nhờ khả năng hạ cánh bằng cánh nâng khí động, và theo một số ước tính, đầu Thiên niên kỷ này sẽ xuất hiện máy bay vũ trụ - dạng phương tiện có thể hoạt động trên quỹ đạo vũ trụ, song vẫn có thể cất hạ cánh như máy bay; nhờ đó có thể sử dụng nhiều lần, điều cho phép giảm đáng kể chi phí cho các hoạt động khai thác và sử dụng vũ trụ trong quân sự - tức là làm tăng đáng kể khả năng diễn ra những cuộc chiến tranh vũ trụ tương lai.

Trong một tương lai không xa, rất có thể sẽ xuất hiện những máy bay siêu âm cao (Hypersonic), có khả năng bay với vận tốc gấp 25 lần vận tốc truyền âm (25M). Dựa trên những động cơ mới, như động cơ phản lực tĩnh nguyên lý mới, rất có thể xuất hiện máy bay vũ trụ (spaceplane), loại máy bay có thể hoạt động cả trong khí quyển lẫn trên khoảng không vũ trụ.

Bên cạnh sự phát triển của bản thân máy bay, cũng phải đề cập tới những phát triển của vũ khí trang bị trên máy bay. Từ cuối Chiến tranh Thế giới II, ngoài máy thu phát vô tuyến điện trên máy bay đã dần dần xuất hiện hàng loạt phương tiện điện tử khác nhau. Chúng đảm nhiệm hàng loạt chức năng, từ đo xa, đo cao, dẫn đường, tới cảnh báo hư hỏng, điều khiển bay và điều khiển vũ khí. Những năm 60, sự phát triển của radar và các phương tiện điện tử phòng không khác đã dẫn tới việc trang bị các thiết bị tác chiến điện tử cho máy bay. Đặc biệt, sự phát triển của máy tính điện tử và gắn liền với nó - sự phát triển của công nghệ thông tin, đã dẫn tới những bước nhảy vọt trong lĩnh vực hàng không nói chung, máy bay quân sự nói riêng. Trong những năm 70, bắt đầu xuất hiện các hệ thống điều khiển "bay bằng dây" đầu tiên. Thực chất, đó là các hệ thống điều khiển bay bằng tín hiệu điện dựa trên máy tính số, mà một trong những phiên bản đầu tiên là hệ thống Firefly của Mỹ, được lắp trên máy bay F-16, sau đó là trên máy bay F-15. Hiện tại, hệ thống bay bằng dây đã được lắp đặt phổ biến trên máy bay, máy bay lên thẳng quân sự hiện đại, và thậm chí cả trên tàu con thoi vũ trụ; cho phép điều khiển các phương tiện này một cách mạnh hơn, nhạy hơn và nhất là cho phép điều khiển bay một cách tự hoạt, làm giảm đáng kể tải công tác của người lái; thậm chí cho phép điều khiển máy bay về căn cứ an toàn, ngay cả trong trường hợp người lái đã bị thương hoặc không còn khả năng điều khiển máy bay nữa.

Công nghệ thông tin cũng làm cấu tạo buồng lái và cơ cấu điều khiển máy bay thay đổi đáng kể. Hàng trăm đồng hồ chỉ báo đang được thay thế dần bằng một số hữu hạn các màn hình. Trong đó,

những thông tin cấp thiết nhất, chẳng hạn thông tin về mục tiêu và bản đồ số được hiển thị trên màn hình trong suốt ngay trước mặt người lái, xếp chồng lên hình ảnh địa hình thực. Ngoài ra, theo một nguyên lý thiết kế hệ thống điều khiển gọi là HOTAS, các núm nút chọn vũ khí, chế độ bắn và phóng đạn,... đều được thiết kế ngay trên các cần điều khiển bay. Phi công có thể liên tục quan sát mục tiêu và không gian xung quanh mà vẫn có thể lập lệnh điều khiển chiến đấu. Nhờ đó phi công có khả năng nhận thức tình huống một cách đầy đủ và liên tục; vì thế, tăng đáng kể hiệu suất chiến đấu và khả năng sống sót cho máy bay.

Công nghệ vệ tinh cũng có tác động lớn tới máy bay chiến đấu. Từ cuối những năm 90, ngoài các hình ảnh về chiến trường do vệ tinh tình báo chuyển về trong khung thời gian cận thực thời, thông tin chỉ huy và điều khiển, được truyền qua vệ tinh truyền tin; còn có cả thông tin về tọa độ địa lý của máy bay nhà cũng như của mục tiêu nhờ hệ thống định vị toàn cầu, mà điển hình là các hệ thống định vị vệ tinh GLONAS của Liên Xô/Nga và GPS của Mỹ. Nhờ đó, có thể nhận dạng quân nhà ngay cả giữa không quân và các lực lượng mặt đất, điều cho đến cuộc chiến vùng Vịnh 1991 - được coi là cuộc chiến tranh công nghệ cao đầu tiên trong lịch sử loài người - vẫn chưa thể thực hiện.

Hiện tại, trong quân sự đang tồn tại bốn loại khung máy bay chính, thường được sử dụng để đưa ra các sơ đồ phân loại máy bay quân sự. Một là khung máy bay tiêm kích với đặc điểm chắc chắn, bay nhanh, cơ động cao, hoả lực mạnh. Hai là khung máy bay cường kích, thường có kích thước nhỏ hơn, trang bị nhẹ hơn, vận tốc thấp hơn để công kích mục tiêu mặt đất. Ba là khung máy bay trinh sát với đặc điểm nhỏ nhẹ, linh hoạt, bay cực nhanh và/ hoặc cực cao, thời gian dài. Và bốn là khung máy bay ném bom với tải trọng lớn, thường dựa trên khung máy bay vận tải (chở khách) dân dụng.

Tuy nhiên, ngày nay việc chế tạo máy bay chiến đấu đã phát triển tới mức khó có thể phân loại chúng theo các sơ đồ phân loại truyền thống trước đây. Đã có khuynh hướng chế tạo các mẫu máy bay chiến đấu nhiều tác dụng. Tuỳ vũ khí trang bị mang theo, nó có thể được sử dụng làm máy bay tiêm kích, cường kích, trinh sát hoặc huấn luyện. Tuy nhiên, do tính chắc chắn và bảo đảm tính năng cao, khung máy bay tiêm kích thường còn được sử dụng cho các mục đích khác; chẳng hạn, tiêm kích bom, tiêm kích trinh sát, tiêm cường kích... trong khi hầu như các khung máy bay khác, như trinh sát, cường kích, lại không thể sử dụng làm máy bay tiêm kích. Mặt khác, khuynh hướng này không loại bỏ việc chế tạo những mẫu máy bay chuyên dụng, dùng trong phạm vi tương đối hẹp; thí dụ để chi viện hoả lực trực tiếp, giành ưu thế trên không hoặc để cất hạ cánh từ mặt nước, từ đường băng ngắn hoặc sân bay dã chiến. Một điển hình cho máy bay chi viện hỏa lực trực tiếp chuyên dùng hiện đại là A-10A của Mỹ. Được cải biên từ máy bay giám sát chiến thuật OV-10, sử dụng từ những năm 60 tại Việt Nam; chiếc máy bay nhỏ nhẹ được trang bị pháo 30mm GAU-8A với đạn urani nghèo này đã bắn hỏng khá nhiều xe tăng T-72 của Iraq trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991.

Máy bay lên thẳng - được gọi theo nguyên lý tạo lực nâng là máy bay cánh nâng quay - là họ máy bay trong đó lực nâng và lực đẩy (tạo chuyển động tịnh tiến) được tạo ra bởi một hoặc một vài tập hợp cánh quạt quay quanh một trục thẳng đứng. Bộ cánh quạt như vậy được gọi là rotor. Do lực nâng không lệ thuộc vào chuyển động về phía trước như ở máy bay cánh nâng cố định, máy bay lên thẳng có thể cất hạ cánh thẳng đứng, bay chậm, hoặc treo tại chỗ trên không. Chính nhờ những khả năng này, nên mặc dù không có vận tốc cao như máy bay cánh nâng cố định, máy bay lên thẳng vẫn ngày càng được sử dụng rộng rãi trong quân sự.

Sự phát triển của máy bay lên thẳng có đóng góp đáng kể của cái gọi là Autogiro, một sáng chế năm 1923; theo đó, bộ cánh nâng cố định được thay bằng một bộ rotor quay tự do, tức là không quay nhờ động cơ mà nhờ luồng khí do chuyển động của máy bay tạo ra. Mẫu máy bay lên thẳng đầu tiên được chế tạo tại Mỹ cuối những năm 40, và ngay sau đó được sử dụng khá hiệu quả để cứu thương trong chiến tranh Triều Tiên (1950-1953). Cuộc chiến tranh Algerie, bắt đầu từ cuối những năm 50, cũng được coi là một trong những cuộc ứng dụng đầu tiên của máy bay lên thẳng. Cho đến đầu những năm 60, đã xuất hiện hàng loạt các loại máy bay lên thẳng khác nhau, từ chở quân, trinh sát, vận tải, tới chi viện hoả lực trực tiếp. Vì thế, chiến trường Việt Nam đã là nơi chứng kiến sự ra đời của chiến thuật trực thăng vận, với việc dùng máy bay lên

thẳng đổ quân trực tiếp chứ không cần nhảy dù. Trang bị nặng, kể cả trọng pháo và lô cốt dã chiến, cũng lần đầu tiên được đưa tới tận từng điểm cao giữa rừng núi đại ngàn, mà không phải mở đường hoặc lập cầu hàng không. Song năm 1971, cũng tại Việt Nam lần đầu tiên máy bay lên thẳng bị tiêu diệt lớn do tên lửa phòng không tầm thấp, vác vai - thứ vũ khí sau đó được đánh giá là *"có khả năng đảo lộn kết quả một cuộc chiến"*.

Tuy nhiên, tới Chiến tranh vùng Vịnh 1990-1991, máy bay lên thẳng đã được huy động tập trung, tới 1.500 chiếc hay 46% tổng số máy bay tham chiến của liên quân; và trong một trận đã diệt tới 170 xe tăng. Trước đó, tại Manvinat, máy bay lên thẳng đã được dùng để cảnh giới cho toàn hạm đội Anh ở ngoài khơi. Và với đà phát triển hiện nay, sẽ xuất hiện máy bay lên thẳng tiêm kích - một phương tiện chuyên dùng cho không chiến chống lại chính máy bay lên thẳng. Theo một số dự báo, đầu Thế kỷ XXI lực lượng máy bay lên thẳng rất có thể sẽ trở thành một binh chủng độc lập trong các lực lượng vũ trang.

Máy bay không người lái bao gồm cả dạng cánh nâng cố định và cánh nâng quay, có chung đặc điểm là được điều khiển theo chương trình hoặc theo lệnh từ bên ngoài. Do không phải mang người điều khiển, máy bay không người lái mang được tải lớn hơn, đồng thời có khả năng cơ động cao hơn đáng kể so với máy bay thường cùng khối lượng rỗng. Máy bay không người lái được chia thành loại dùng một lần và loại dùng nhiều lần. Tuỳ tính chất tải trọng mang theo, thường được dùng làm máy bay không người lái chiến đấu và trinh sát. Dạng máy bay không người lái dùng một lần, mang tải chiến đấu (lượng nổ) lắp liền được gọi là tên lửa hành trình. Trước khi có tên lửa đường đạn hạng nặng chiến lược, thì tên lửa hành trình là phương tiện không có người lái duy nhất có thể công kích mục tiêu ngoài tầm pháo, tạo khả năng đánh phá các mục tiêu chiến lược ở cự ly lớn, phòng thủ mạnh.

Tên lửa hành trình sơ khởi và được sử dụng đầu tiên trên Thế giới là Bom bay V-1 do Đức Quốc xã chế tạo, được dùng để tiến công London và các trung tâm công nghiệp của Anh trong Chiến tranh Thế giới II. Bom bay V-1 có độ chính xác rất thấp do được dẫn hướng bằng lệnh vô tuyến; và do vận tốc thấp (dùng động cơ cánh quạt), nó đã bị pháo phòng không và máy bay tiêm kích bắn hạ khá nhiều. Sau chiến tranh, tên lửa hành trình tiếp tục được phát triển mạnh mẽ và sử dụng ngày càng rộng rãi. Trong lĩnh vực tên lửa hành trình chiến thuật, một trong những hướng phát triển đáng chú ý là tên lửa đối hạm. Năm 1967, lần đầu tiên tên lửa hành trình đối hạm Styx do Liên Xô chế tạo đã đánh đắm tàu khu trục Eilat - niềm tự hào của Israel. Trong Chiến tranh Malvinat 1982, tên lửa hành trình đối hạm Exocet do Pháp chế tạo đã được sử dụng khá hiệu quả, bắn chìm và hỏng tàu chiến Anh với xác suất trúng đích từ 25% khi bắn từ mặt đất, tới 50% khi bắn từ máy bay. Cho tới lúc này, đó là xác xuất trúng đích cao chưa từng có trong tác chiến trên biển.

Trong lĩnh vực tên lửa hành trình chiến lược, đáng chú ý là những phát triển của Mỹ trong khuôn khổ các chương trình vũ khí chiến lược tầm trung, mang đầu đạn hạt nhân, được bắt đầu từ đầu những năm 70. Đến 1981, trong kho vũ khí của Mỹ đã có tên lửa hành trình chiến lược phóng từ trên không (ALCM) AGM-86, và đến 1983 có tên lửa hành trình chiến lược phóng từ trên biển (SLCM) BGM-109 Tomahawk. Cả hai kiểu tên lửa hành trình này đều có các biến thể mang đầu đạn thông thường; và trong thực tế, đó là những biến thể được sử dụng rộng rãi như là phương tiện đánh đòn phủ đầu cũng như tiến công các mục tiêu chiến lược cố định trong cái gọi là chiến tranh công nghệ cao chống các nước Thế giới thứ ba. Được dùng trong thực chiến lần đầu tại vùng Vịnh 1991, sau đó các tên lửa hành trình phóng từ trên không (ALCM), trên biển (SLCM) và đặc biệt là Tomahawk, đã được cải tiến nhiều lần và được sử dụng với số lượng ngày càng lớn. Tại Ban Căng, tổng cộng có tới 1.500 tên lửa Tomahawk được phóng vào lãnh thổ Nam Tư cả từ tàu nổi lẫn tàu ngầm. Số tên lửa hành trình phóng từ tàu ngầm cũng ngày càng tăng. Nếu như trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, mới chỉ có 4% tên lửa hành trình được phóng từ tàu ngầm; thì tới Chiến tranh Iraq 2003, con số này đã lên tới 30%. Trước đó, trong Chiến tranh Afghanistan - cuộc chiến tranh đầu tiên trong Thế kỷ XXI, và cũng là cuộc chiến chống khủng bố đầu tiên, có tới 37% số tên lửa hành trình Tomahawk được phóng từ tàu ngầm. Như vậy là, với việc trang bị đầu đạn thông thường lên tên lửa hành trình chiến lược, chúng đã trở thành một phương tiện đánh đòn phủ đầu phổ biến trong chiến tranh hiện đại. Tuy nhiên, do giá thành cao,

cũng như do không thể đánh giá chính xác hiệu quả sử dụng, tên lửa hành trình đang đứng trước sự thách thức của một phương tiện chiến tranh mới, đang nổi lên - máy bay không người lái chiến đấu.

Máy bay không người lái trinh sát có khối lượng nhẹ, kích thước nhỏ, khả năng bay chậm ở độ cao cực thấp, với những tải trinh sát khác nhau - từ chụp ảnh đơn sắc, đa phổ, tới thu chặn tín hiệu vô tuyến, truyền hình, hồng ngoại, laser... Nó được coi là phương tiện bổ trợ rẻ tiền, an toàn (cho người dùng) và giá thành hạ (nhất là máy bay không người lái sử dụng nhiều lần) so với máy bay trinh sát có người lái. Vì vậy, chúng đã được sử dụng cả trên quy mô chiến lược lẫn chiến thuật, cả trên bộ lẫn trên biển. Được Mỹ sử dụng từ những năm 60, trong Chiến tranh Việt Nam, đến Chiến tranh vùng Vịnh đã xuất hiện những máy bay không người lái cực nhỏ, dễ sử dụng và thu hồi; chẳng hạn, máy bay tuần tiễu căn cứ Pioneer của Mỹ chỉ cần hai người thao tác, song có thể hoạt động trong 4h, thay thế cho cả 1 tiểu đội tuần phòng. Tại Ban Căng, máy bay không người lái trinh sát được Mỹ và NATO sử dụng với số lượng lớn, chủng loại đa dạng, làm nhiều nhiệm vụ khác nhau, từ trinh sát đường bay cho tên lửa hành trình tới chỉ thị mục tiêu cho máy bay có người lái. Song, cũng tại đây, máy bay không người lái trinh sát bị bắn rơi với số lượng kỷ lục - tới 37 chiếc trong 6 tuần lễ.

Máy bay không người lái chiến đấu đã xuất hiện đầu Thế kỷ XXI. Thực chất, đó là những máy bay không người lái sử dụng nhiều lần, có khả năng phóng rải bom đạn và vũ khí. Vì không mang theo người, rõ ràng máy bay không người lái chiến đấu có giá thành chế tạo giảm đáng kể, kích thước nhỏ hơn, không chịu những tác động tâm sinh lý như con người trên chiến trường và nhất là không bị tổn thất sinh lực cho bên sử dụng. Những yếu tố này đã khiến máy bay không người lái chiến đấu trở thành phương án hấp dẫn đối với những thế lực hiếu chiến có ưu thế công nghệ cao. Tại Mỹ, đã có những đề án chế tạo máy bay tiêm kích và cường kích điều khiển từ xa, dự kiến đưa vào trang bị khoảng đầu Thế kỷ XXI (trước 2015). Đây sẽ là phương tiện thay thế hữu hiệu cho tên lửa hành trình chiến lược (như Tomahawk) và thay thế một phần cho máy bay chiến đấu có người lái.

11.1. MÁY BAY TIÊM KÍCH

Máy bay tiêm kích (Fighter) - còn gọi là máy bay khu trục, - loại máy bay chiến đấu dùng để diệt máy bay và các mục tiêu trên không. Tiêm kích còn được dùng để tiêu diệt mục tiêu trên mặt đất cũng như để trinh sát đường không chiến thuật. Dạng tác chiến cơ bản của máy bay tiêm kích là không chiến. Do cần có các tính năng bay cao, máy bay tiêm kích được giới hạn về khối lượng bay và thường chỉ có một người lái.

Máy bay tiêm kích hiện đại gồm những bộ phận cơ bản sau:

- Thân máy bay chứa buồng lái, động cơ, máy móc, thiết bị, vũ khí và nhiên liệu;
- Một hoặc hai động cơ phản lực;
- Hệ thống thiết bị điện tử và các thiết bị chuyên dụng khác để vận hành động cơ, điều khiển bay và điều khiển vũ khí, trang bị trong khi bay;
- Vũ khí gồm tên lửa và pháo.

Do tính chất phức tạp nên đã có nhiều cách phân loại máy bay tiêm kích, chẳng hạn chia thành: máy bay đánh chặn ban ngày và ban đêm, máy bay tiêm kích yểm hộ đường dài, máy bay tiêm kích đa dụng. Từ máy bay tiêm kích đánh chặn ban đêm đã phát triển thành máy bay tiêm kích mọi thời tiết - loại máy bay đã vĩnh viễn đẩy lùi máy bay tiêm kích đánh ngày.

Song cũng có ý kiến phân loại theo tính năng tác dụng: máy bay tiêm kích chuyên dụng (máy bay tiêm kích đánh chặn, máy bay tiêm kích bom...) và máy bay tiêm kích đa dụng.

Ở một số nước còn có quan điểm phân loại thành máy bay tiêm kích chiến lược (gọi là máy bay tiêm kích đánh chặn tầm xa hay máy bay tiêm kích đánh chặn dài), máy bay tiêm kích chiến thuật (tuỳ nhiệm vụ cụ thể, được dùng làm tiêm kích đánh chặn hoặc tiêm kích – bom).

Máy bay tiêm kích bắt đầu được sử dụng từ những năm Chiến tranh Thế giới I để chống máy bay và khí cầu đối phương. So với máy bay trinh thám và ném bom thời đó, máy bay tiêm kích có vận tốc lớn hơn, khả năng cơ động cao hơn, trang bị khoảng 1-2 súng máy và pháo. Nhờ vậy, nó có ưu thế về hoả lực và chiến thuật so với máy bay các loại cũng như khí tài bay khác.

Tới những năm 40, người ta đã chế tạo các máy bay tiêm kích chuyên dụng – tiêm kích đánh chặn và tiêm kích bom. Máy bay tiêm kích trong Chiến tranh Thế giới II được coi là cổ điển, trong đó những mẫu tiêm kích do Liên Xô sản xuất, như Yak-3, Yak-9, La-7, La-9, gần như đã đạt các tính năng bay giới hạn đối với máy bay dùng động cơ piston.

Máy bay tiêm kích được hoàn thiện theo hướng nâng cao tính năng tác chiến. Các thông số về vận tốc và tính cơ động được nâng cao không ngừng. Người ta thường đề cập tới ba yếu tố tạo nên những bước phát triển nhảy vọt của máy bay tiêm kích, cũng như máy bay chiến đấu nói chung. Thứ nhất là sự phát triển của động cơ phản lực tạo nên bước nhảy vọt về vận tốc và độ cao. Việc sử dụng động cơ phản lực cho phép không những vượt hàng rào âm thanh mà còn nhanh hơn tốc độ âm thanh vài lần. Đặc biệt là sự xuất hiện động cơ phản lực hai dòng khí với hệ số phân dòng nhỏ cho phép tạo lực đẩy mạnh với khối lượng đủ nhỏ, hoạt động tin cậy ở nhiều dải vận tốc bay khác nhau. Sự phát triển của công nghệ điện tử - thông tin tạo nên bước nhảy vọt thứ hai trong việc hoàn thiện máy bay tiêm kích. Thay cho mắt người có các loại thiết bị cảm biến (sensor), như radar hoặc quang điện, cho phép phát hiện các bức xạ vượt ra ngoài quang phổ thấy được bằng mắt thường, cũng như giúp cho người lái điều khiển máy bay và vũ khí trong mọi điều kiện thời tiết. Các thiết bị trên máy bay như truyền tin, dẫn đường, điều khiển vũ khí và điều khiển bay... được liên kết với nhau qua máy tính điện tử (máy tính số), tạo thành một tổ hợp thống nhất cho phép phát hiện mục tiêu từ xa hơn, điều khiển vũ khí chính xác hơn. Các thiết bị tác chiến điện tử được đưa vào tổ hợp này để tạo ra các phương thức đối phó điện tử tối ưu. Sự xuất hiện tên lửa có điều khiển và tự dẫn đã nâng cao đáng kể tầm xa và sức mạnh hoả lực đối với các mục tiêu trên không. Ngoài việc tăng cự ly công kích, tên lửa còn cho phép bổ sung khả năng cơ động của máy bay bằng sự cơ động của bản thân phương tiện huỷ diệt. Nó cho phép diệt mục tiêu trên không bay ở vận tốc và tầm cao lớn hơn máy bay tiến công. Đó cũng là một bước nhảy vọt trong sự phát triển của máy bay tiêm kích.

Gần đây, máy bay tiêm kích đã được hoàn thiện thêm một bước về dạng khí động của thân máy bay, cũng như việc sử dụng những vật liệu mới như titan và các vật liệu phi kim loại trong chế tạo máy bay. Bên cạnh tác dụng giảm khối lượng kết cấu, những vật liệu này còn hấp thụ sóng điện từ, do đó làm giảm tiết diện phản xạ của máy bay tiêm kích, khiến radar đối phương khó phát hiện.

Khuynh hướng tàng hình hóa còn được thể hiện ở cách thiết kế máy bay có dấu hiệu bộc lộ thấp, chẳng hạn, dùng hai đuôi lái vát nghiêng mà thiết kế F-15 của Mỹ là mẫu đầu tiên. Buồng lái cũng được phủ vật liệu chống radar đặc dụng, chẳng hạn màng mỏng bằng vàng, cho phép giảm tới 75% dấu hiệu bộc lộ. Theo nhiều chuyên gia quân sự, tàng hình hóa máy bay tiêm kích đã vô hiệu hóa đáng kể các phương tiện quan trắc như radar, khiến cho cự ly không chiến bị thu hẹp trong tầm nhìn của mắt người. Nói cách khác, tàng hình hóa có khả năng kéo lùi trình độ không chiến trở lại thời kỳ Chiến tranh Thế giới II (Xem thêm *Phương tiện mang phóng tàng hình*).

Ngày nay, việc chế tạo máy bay chiến đấu nói chung cũng như chế tạo máy bay tiêm kích đã phát triển đến mức hầu như không thể dùng các sơ đồ phân loại trước đây. Đã có khuynh hướng chế tạo máy bay chiến đấu nhiều tác dụng, hoạt động trong mọi thời tiết. Tuỳ theo vũ khí và trang bị nó có thể được dùng làm máy bay tiêm kích đánh chặn, tiêm - cường kích, trinh sát hoặc huấn luyện... Song khuynh hướng này cũng không loại bỏ việc chế tạo máy bay chuyên dụng dùng cho phạm vi hẹp, thí dụ để giành ưu thế trên không hoặc cất cánh từ tàu sân bay hay đường băng dã chiến.

Một số kiểu máy bay tiêm kích hiện đại điển hình là MiG-29, MiG-31 (Nga/Liên Xô); F-16, F-18, F-111 (Mỹ); Mirage-2000, F-1 (Pháp); Harrier (Anh)... Đã xuất hiện máy bay tiêm kích tàng hình, mẫu đầu tiên là F-117A của Mỹ. Mặc dù được gọi là tiêm kích, song phương thức tác chiến chủ yếu của máy bay F-117A là đánh mục tiêu dưới đất. Hiện đang có những đề án phát triển các mẫu máy bay tiêm kích mới, mà một trong những điển hình là F-22 Raftor của Mỹ. Thực chất, đây là một mẫu máy bay chiến đấu đa năng, được tàng hình hóa đáng kể, song không cực đoan như với F-117A.

11.2. MÁY BAY NÉM BOM

Máy bay ném bom (Bomber) - còn gọi là máy bay oanh tạc - là loại máy bay chiến đấu chủ yếu

dùng bom để huỷ diệt các mục tiêu trên mặt đất hoặc trên biển. Ngoài bom có hoặc không điều khiển, tên lửa không đối đất cũng được coi là vũ khí cơ bản của máy bay ném bom hiện đại. Tùy tính phức tạp của nhiệm vụ, máy bay ném bom có thể do một hoặc nhiều người điều khiển.

Máy bay ném bom hiện đại gồm các bộ phận cơ bản:

- Thân máy bay, có cánh cố định hoặc thay đổi, có các khoang lái, khoang nhiên liệu, thiết bị và vũ khí;

- Thiết bị động lực thường gồm 2-4 động cơ phản lực;

- Hệ thống các thiết bị điện tử hàng không - dẫn đường, bắt và bám mục tiêu, điều khiển vũ khí, báo động, hạ cánh tự động v.v.

- Các hệ thống ném bom, vũ khí tự vệ (thường là súng, pháo) và các phương tiện tác chiến điện tử.

Máy bay ném bom được phân loại theo nhiều cách. Theo tính kỹ năng chiến thuật có:

- Máy bay ném bom chiến trường (chiến thuật);

- Máy bay ném bom tầm xa (chiến lược).

Theo khối lượng bay:

- Máy bay ném bom hạng nặng;

- Máy bay ném bom hạng trung;

- Máy bay ném bom hạng nhẹ.

Máy bay ném bom được chế tạo từ trước Chiến tranh Thế giới I. Máy bay ném bom đầu tiên có cánh kép bằng gỗ. Trong những năm 20-30, ở nhiều nước máy bay ném bom được nâng cao chất lượng bay và hoàn thiện vũ khí. Vào những năm Chiến tranh Thế giới II, máy bay ném bom được tiếp tục hiện đại hoá và phát triển, nhất là chất lượng chiến đấu của máy bay ném bom tầm xa. Máy bay ném bom được trang bị máy ngắm ném bom, hệ thống dẫn đường radar, các loại bom có điều khiển; thậm chí có cả bom nguyên tử.

Sau Chiến tranh Thế giới II, máy bay ném bom được chuyển sang dùng động cơ phản lực, mang theo vũ khí hạt nhân, lắp đặt các thiết bị điện tử hàng không ngày càng hoàn thiện. Tới những năm 60-70, bắt đầu xuất hiện vũ khí tên lửa, đặc biệt là tên lửa đường đạn chiến lược xuyên lục địa; máy bay ném bom chiến lược đã mất địa vị độc tôn - nó không còn là phương tiện mang vũ khí hạt nhân duy nhất nữa.

Máy bay ném bom hiện đại thường được phát triển trên cùng khung máy bay vận tải và máy bay chỉ huy trên không, song có những đặc điểm:

- Có tính năng bay cao;

- Vận tốc siêu âm, đồng thời có thể thay đổi vận tốc trong phạm vi rộng;

- Bán kính hoạt động và thời gian hoạt động lớn;

- Có khả năng bay từ độ cao cực thấp đến cực cao;

- Có các hệ thống điện tử, các hệ thống chuyên dụng để bay và tiến công các mục tiêu tĩnh và động trong mọi thời tiết, và đặc biệt là các hệ thống tác chiến điện tử.

Ngoài ra, máy bay ném bom còn được trang bị các hệ thống cấp cứu ngày càng hoàn hảo, cho phép kíp lái dễ thoát ly khỏi máy bay trong trường hợp khẩn cấp.

Ngày nay, việc chế tạo máy bay chiến đấu nói chung cũng như chế tạo máy bay ném bom đã phát triển đến mức hầu như không thể dùng các sơ đồ phân loại trước đây. Đã có khuynh hướng chế tạo loại máy bay chiến đấu nhiều tác dụng với mọi thời tiết. Tuỳ theo vũ khí và trang bị, nó có thể được dùng làm máy bay tiêm kích đánh chặn, tiêm cường kích, trinh sát hoặc huấn luyện. Mặt khác, một trong những vấn đề nổi lên hàng đầu từ cuối những năm 50 là các máy bay tiêm kích, cường kích cũng như ném bom được trang bị lại thành loại máy bay mang tên lửa chiến lược hoặc chiến thuật. Khi đó, tuỳ loại tên lửa được trang bị (chiến lược hay chiến thuật), máy bay được coi là phương tiện chiến lược hay chiến thuật. Tuy nhiên, nếu như có thể dùng các máy bay tiêm kích và cường kích làm nhiệm vụ ném bom; thì ngược lại, khó có thể dùng máy bay ném bom trong nhiệm vụ tiêm kích hay cường kích. Bởi lẽ trong thực tế máy bay ném bom cấp chiến dịch, chiến lược, thường sử dụng khung máy bay vận tải - một khung máy bay lớn, trọng tải cao song lại kém cơ động. Tuy nhiên, không loại trừ trường hợp trang bị súng pháo cho máy bay ném bom/vận tải để tạo ra cái gọi là các *"pháo đài bay"*, để sử dụng trong môi trường phòng không kém; chẳng hạn, AC-130

được trang bị pháo thậm chí tới cỡ 105mm để tìm diệt xe tải trên đường Trường Sơn tại Việt Nam những năm 60, cũng như tại Afghanistan từ 2002.

"Siêu pháo đài bay" B-29 của Mỹ là máy bay ném bom đầu tiên mang vũ khí hạt nhân, đã được sử dụng để đánh Hiroshima và Nagasaki. Máy bay ném bom phản lực đầu tiên được chế tạo sau Chiến tranh Thế giới II là B-52, đưa vào trang bị năm 1952. Năm 1972, trong Chiến dịch Line Backer II đánh vào Hà Nội, Hải Phòng và các thành phố ở Miền Bắc Việt Nam, mặc dù được bảo vệ chu đáo bằng máy bay tiêm cường kích và hàng rào điện tử tối tân, song có tới 34 chiếc đã bị bắn rơi tại chỗ. Giới phân tích quân sự cho rằng chính việc máy bay ném bom, và máy bay nói chung, bị bắn rơi nhiều đến thế tại Việt Nam đã khiến Mỹ phải quyết định chế tạo máy bay ném bom tàng hình. Đây thực chất là máy bay có dấu hiệu bộc lộ nhỏ, nhất là trước radar - xương sống của các hệ thống phòng không hiện đại.

Tại Chiến tranh vùng Vịnh 1991, trong khi máy bay tàng hình F-117A được dùng để công kích các mục tiêu sâu trong đất Iraq, thì B-52 (một phương tiện chiến lược) chỉ được sử dụng ở vòng ngoài. Năm 1999 tại Ban Căng, máy bay ném bom chiến lược tàng hình B-2 của Mỹ (với đơn giá trên 500 triệu USD - được coi là máy bay ném bom đắt nhất Thế giới), được sử dụng thực chiến lần đầu. Với những phi vụ 32.000km xuất kích từ căn cứ tại Miami (Mỹ), khoảng 20 chiếc B-2A đã được sử dụng để bất ngờ đánh các mục tiêu then chốt trên đất Nam Tư. Giới bình luận quân sự Mỹ và phương Tây cho rằng, việc sử dụng máy bay ném bom tàng hình với bom đạn chính xác cao đã làm thay đổi về chất quan niệm sử dụng lực lượng - chỉ cần dùng một lượng máy bay nhỏ đã có thể làm thay đổi cục diện chiến trường.

Tuy nhiên tại Ban Căng, B-2A vẫn cần bảo vệ bằng cả máy gây nhiễu tự vệ, máy bay tiêm kích và máy bay tác chiến điện tử hộ tống. Chính Mỹ thừa nhận rằng, do phải tập trung máy bay tác chiến điện tử EA-6B bảo vệ máy bay ném bom tàng hình B-2A, mới có chuyện máy bay F-117A (một loại máy bay tàng hình khác) bị bắn rơi. Bản thân B-2A cũng bị radar Nam Tư phát hiện, và khó khăn lắm mới tránh khỏi bị bám theo.

11.3. BAY BẰNG DÂY HAY LÀ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG QUA HỆ THỐNG MÁY TÍNH

"*Bay bằng dây*", hay điều khiển bay bằng dây là một thuật ngữ dùng phổ biến trong các tài liệu Anh, Mỹ, dùng để chỉ phương pháp điều khiển bay bằng tín hiệu điện. Một trong các đặc điểm của phương pháp này là lệnh điều khiển (hay tín hiệu điều khiển) được đưa từ cơ cấu điều khiển (cần lái, bàn đạp...) tới các cơ cấu thừa hành (cánh lái, cửa gió...), không phải qua các đường truyền cổ điển (cơ khí, thuỷ lực, khí nén...) mà qua dây dẫn dưới dạng tín hiệu điện. Bay bằng dây cũng có nghĩa là điều khiển bay tự động bằng máy tính. Người lái hạ lệnh thay đổi điều kiện bay, còn các động tác điều khiển đều do máy tính (máy tính điện tử số) xác định.

Nhờ điều khiển bay bằng tín hiệu điện, khối lượng cũng như kích thước hệ thống bay giảm đáng kể. Việc bố trí hệ thống điều khiển trong máy bay cũng thuận tiện hơn, do đó dễ bảo vệ hơn. Song ưu điểm có ý nghĩa nhất của bay bằng dây là hệ thống điều khiển bay phản ứng rất nhạy với lệnh điều khiển nói riêng, cũng như với những thay đổi phức tạp, nhanh chóng của điều kiện bay. Hệ thống có thể điều khiển dạng máy bay "không ổn định tĩnh" hay không ổn định tự nhiên, tức là dạng máy bay có trọng tâm nằm phía sau tiêu điểm của các lực khí động. Dạng máy bay này có tính cơ động cao, song rất khó điều khiển, thậm chí không điều khiển được nếu không có hệ thống điều khiển tự động đủ nhạy.

Về nguyên tắc, hệ thống điều khiển bay bằng tín hiệu điện bao gồm máy tính điện tử, phân hệ truyền dẫn số liệu (databus) các phân hệ thừa hành, đo đạc, cảm biến. Trung tâm của hệ là máy tính điện tử làm nhiệm vụ kiểm soát và điều hành toàn bộ hệ thống điều khiển một cách tự động, hoặc theo mệnh lệnh của người lái. Các thiết bị đo đạc, thừa hành, cảm biến cùng máy tính tạo thành một "mạch kín", bảo đảm cho máy bay hoạt động trong các điều kiện phức tạp mà bản thân người lái không thể tự khống chế. Hệ thống như vậy làm cho máy bay giống một động vật. Máy tính tương tự như bộ não, mạng truyền số liệu tương tự hệ thần kinh, còn các phân hệ hoạt động như các cơ quan trong cơ thể. Máy bay kiểu này cho phép người lái tập trung hơn vào việc tự bảo vệ và tiêu diệt đối phương.

Kỹ thuật truyền tín hiệu theo dây dẫn đã được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực thông tin và điều khiển. Nhưng cho đến đầu những năm 70, các cơ cấu điều khiển máy bay vẫn dùng phổ biến những đường truyền cơ khí, thậm chí cả các thanh truyền, cần gạt, ròng rọc, dây cáp... phức tạp, mà về nguyên tắc đều có thể thay thế bằng các mạch tín hiệu điện đơn giản, gọn nhẹ. Sở dĩ có tình trạng trì trệ đó vì hệ thống điều khiển trên máy bay đòi hỏi độ tin cậy cao mà các hệ thống điện, điện tử chưa bảo đảm được.

Trong quá trình phát triển máy bay, yêu cầu đối với công suất của cơ cấu điều khiển ngày càng tăng. Chẳng hạn, với việc tăng vận tốc bay, lực cần thiết để xoay lái cũng tăng lên. Vì thế, để giảm tải trên cần lái, người ta dùng các bộ khuếch lực (buston) và các thiết bị bù trợ động thuỷ lực, khí nén hoặc điện. Nhưng ban đầu, các hệ thống này cũng mới chỉ sử dụng với tư cách bổ trợ, còn người lái vẫn đảm nhiệm việc điều chỉnh trong mọi tình huống.

Những năm 40, máy tính tương tự và các hệ thống khuếch lực bắt đầu được đưa lên máy bay. Song tới những năm 60, với việc đưa máy tính điện tử số lên máy bay mới bắt đầu xuất hiện các hệ thống điều khiển bay tự động, và những năm 70, mới xuất hiện các hệ thống điều khiển bay làm việc theo nguyên lý "bay bằng dây" đầu tiên.

Trong lĩnh vực điều khiển bay, khuynh hướng rõ rệt hiện nay là dựa vào các thiết bị điện tử để tạo thế ổn định cơ bản và các đặc tính điều khiển cho máy bay. Đó là bối cảnh xuất hiện các hệ thống điều khiển "bay bằng dây". Thông thường, đó là các hệ thống song trùng, gồm hai hoặc nhiều hệ có thể hoạt động đồng thời hoặc thay thế nhau, để phòng trường hợp một trong các hệ thống đó bị trục trặc.

Hệ thống điều khiển bay *"bay bằng dây"* đầu tiên được sử dụng trên máy bay tiêm kích nhẹ F-16 của Mỹ, khiến nó trở thành máy bay chiến đấu nhẹ nhất và linh hoạt nhất Thế giới vào thời điểm ra đời. Máy bay vận tải quân sự đầu tiên được trang bị hệ điều khiển dạng này là C-5A (Mỹ); máy bay chở khách siêu âm đầu tiên - Concorde (Pháp), và máy bay lên thẳng quân dụng UH-60 (Mỹ). Hệ thống điều khiển bay của F-16 còn được sử dụng cho máy bay F-117A, dạng máy bay được thiết kế để có tính năng tàng hình tối ưu song lại không tối ưu về mặt khí động. Những máy bay chiến đấu tính năng cao nhất Thế giới hiện nay đều được trang bị hệ thống điều khiển bay tiên tiến bằng tín hiệu điện. Hệ thống điều khiển dạng này còn cho phép tạo ra những máy bay cất hạ cánh như máy bay lên thẳng và bay hành trình như máy bay cánh cố định thông thường. Chẳng hạn, đó là đề án của Mỹ phát triển máy bay cánh quạt lật XV-15 (có trục động cơ vuông góc với mặt đất khi cất hạ cánh, và xoay dần về phía trước khi bay bằng), đề án sản xuất máy bay cánh nâng hai chế độ LHX (nâng quay khi cất hạ cánh, và nâng cố định khi bay bằng). Đề án máy bay cánh quạt lật đã thành công vào cuối những năm 80, và hiện đang được chế tạo hàng loạt với tên gọi V-22 Osprey.

Ngoài máy bay, hệ thống điều khiển bay bằng tín hiệu điện còn được sử dụng trên tên lửa, tàu vũ trụ. Chẳng hạn, tàu con thoi của Mỹ được trang bị hệ *"bay bằng dây"* - điều khiển tự động kiểu ngũ trùng, với năm máy tính hoạt động theo hai thuật toán khác nhau, mà chỉ cần một chiếc còn hoạt động là đủ để điều khiển con tàu một cách tin cậy. Cũng có khuynh hướng trang bị hệ thống điều khiển dạng này cho tàu chiến, xe chiến đấu...để tăng khả năng cơ động, linh hoạt và giảm lao động trực tiếp cho tổ lái. Tuy nhiên, hệ thống điều khiển *"bay bằng dây"* có nhược điểm cơ bản là rất dễ bị xuyên nhiễu. Năm 1984, máy bay lên thẳng UH-60 của Mỹ đã bị mất điều khiển khi bay tới gần đài Châu Âu tự do. Và trong thời kỳ Chiến tranh vùng Vịnh với Iraq, trong môi trường điện từ dày đặc đã có nhiều máy bay, máy bay lên thẳng không bị bắn mà rơi, và cả tên lửa Patriot bị *"cướp cò"*, tự động phóng lên. Để khắc phục tình trạng trên đã có những phương án bọc kim, cấm sử dụng máy tính và trò chơi điện tử trên máy bay để tránh xuyên nhiễu, phá rối hệ điều khiển tự động. Song, triệt để hơn cả là dùng phương án điều khiển mới, tiên tiến hơn - gọi là *"bay bằng ánh sáng"* (flight- by- light). Theo đó, ánh sáng sẽ được dùng làm tín hiệu điều khiển thông qua máy tính quang số và cáp dẫn quang (opfical fibre). Hiện tại, chưa chế tạo được máy tính quang số, song sợi dẫn quang (nhẹ hơn nhiều so với sợi đồng và không bị xuyên nhiễu) đã được sử dụng trên một số máy bay mới, như V-22 Opsrey nổi tiếng trên.

12 - MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI VÀ QUAN NIỆM CHẾ TẠO VÀ SỬ DỤNG

Máy bay không người lái (UAV), như tên gọi của nó, là một phương tiện bay có động lực, nặng hơn không khí, bay trong khí quyển nhờ cánh nâng, có khả năng bay tự hoạt hoặc điều khiển từ xa.

Trong kho vũ khí trang bị, UAV là phương tiện quân dụng chiếm vị trí trung gian giữa máy bay và tên lửa. So với máy bay có người lái, UAV có nhiều ưu thế. Thứ nhất, do không có người điều khiển trực tiếp ở bên trong, không cần trang bị bảo đảm mạng sống và hoạt động cho con người; do đó với cùng tính năng, nó có khối lượng bay ít hơn nhiều hay tải hữu ích tăng đáng kể. Tuỳ nhiệm vụ, tải trọng gắn với phi công thường chiếm 5-10% tổng khối lượng cất cánh. Trong điều kiện tải trọng của máy bay thường chỉ vào cỡ 20% tổng khối lượng cất cánh, loại trừ tải gắn với phi công nghĩa là có thể tăng tải hữu ích lên khoảng 1,25-2 lần. Cắt tải do phi công còn làm giảm đáng kể đơn giá chế tạo UAV. Chẳng hạn, UAV chiến đấu, gọi là UCAV, có đơn giá khoảng 8-10 triệu đôla, chỉ vào cỡ 25-40% đơn giá máy bay chiến đấu có người lái cùng tính năng. Thứ hai, trong thiết kế, tính năng UAV không bị ràng buộc bởi những giới hạn sinh lý của con người, chẳng hạn, ngoặt gấp gia tốc lớn, hoặc bay với vận tốc thay đổi trong phạm vi rộng. Thứ ba, dùng UAV cũng tránh được những hạn chế tâm lý ở con người trước nguy hiểm, chẳng hạn, máy bay đối phương hoặc hỏa lực phòng không dày đặc. Ngoài ra, dùng UAV còn cho phép tiết kiệm thời gian và kinh phí huấn luyện phi công, những khoản không nhỏ trong chi phí sử dụng máy bay thường. Trong khi có thể sử dụng 95% số giờ bay của UAV cho nhiệm vụ chiến đấu, thì với máy bay thường chỉ số đó là 5%; và tổng cộng dùng UAV có thể giảm tới 2/3 chi phí vòng đời so với máy bay thường tính năng tương đương. Mặt khác, khi máy bay rơi phi công dễ bị tổn thất theo; trong khi đó, mất UAV trắc thủ điều khiển vẫn không hề hấn gì, ngược lại càng có thêm kinh nghiệm. Quan niệm tự học hỏi thông qua sử dụng, đặc biệt trong thực chiến, là một lợi thế độc đáo của UAV, đã được khái quát thành triết lý *"phóng và học"*.

So sánh giữa UAV và vũ khí tên lửa, gần gũi hơn cả là tên lửa hành trình, lợi thế cũng nghiêng về UAV[1]. Mặc dù có tỷ lệ tải hữu ích/ tổng khối lượng cất cánh cao hơn, song tên lửa hành trình chỉ có thể sử dụng một lần, dù trúng hay trượt. Trong khi đó, tuy cũng có dạng UAV sử dụng một lần, song cũng như với máy bay, nó hoàn toàn có thể thu hồi để dùng lại. Xét về hiệu quả chi phí, đây là lợi thế đáng kể của UAV so với tên lửa hành trình. Với UAV, chi phí sử dụng trong chiến đấu chủ yếu là chi phí bom đạn, cộng thêm khấu hao phần cứng và một phần không đáng kể cho tiêu hao nhiên liệu và nhân lực. Nếu dùng một UAV, chẳng hạn MQ-9 Predator, mang bom dẫn vệ tinh JDAM 20.000 đôla/quả, có uy lực tương đương Tomahawk phiên bản thông thường 850.000 đôla/quả, thì rõ ràng hiệu quả chi phí sẽ cao hơn tới 40 lần. Thứ hai, so với tên lửa hành trình UAV có đường bay linh hoạt hơn đáng kể, cho phép đánh vào nhiều mục tiêu tuỳ chọn, đồng thời dễ cơ động tránh hỏa lực phòng không. Một thí dụ là Taifun của Đức, một dạng UAV chiến đấu mang đầu đạn liền, có thể tuần tiễu trên một khu vực nhất định để tìm diệt mục tiêu. Thứ ba, một UAV có thể mang nhiều loại tải, do đó làm được nhiều nhiệm vụ khác nhau tuỳ điều kiện và phương án sử dụng. Đây là điều khó thực hiện với máy bay thường (do cấu trúc chuyên hóa) và hầu như không thể làm với tên lửa hành trình (chủ yếu do chi phí). Thí dụ, có thể dùng Predator để mang tải trinh sát, hoặc vũ khí.

Tóm lại, trong quân sự, UAV tạo ra ba khả năng mới. Một là giảm chi phí phát triển, sản xuất và vận hành (tới 1 bậc) khiến cho chi phí sử dụng máy bay giảm đáng kể nói chung. Hai là triệt tiêu khả năng tổn thất sinh mạng trong hoạt động bay. Ba là triệt tiêu những hạn chế thiết kế do tác động của nhu cầu bảo đảm đời sống (quá tải gia tốc, thời gian bay, khí áp thấp ở độ cao lớn, phòng hộ NBC). Ngoài ra,

---

(1) Không xét trường hợp tên lửa đường đạn, vì nguyên lý bay khác hẳn, đồng thời giá thành cao hơn nhiều. Chẳng hạn, so sánh giữa tên lửa hành trình Tomahawk và Pershing II – tên lửa đường đạn tầm trung có tính năng tương đương, có thể thấy chúng cùng có khả năng mang đầu đạn hạt nhân đi 2.000km, song đơn giá một quả Tomahawk phiên bản hạt nhân chỉ vào cỡ 1 triệu đôla Mỹ, rẻ hơn 5 lần.

còn có những chương trình phát triển UAV phục vụ dân sinh - lĩnh vực ứng dụng phong phú không kém. Theo các chuyên gia, nhu cầu sử dụng UAV thương mại sẽ nhanh chóng vượt nhu cầu quân sự.

Do những ưu điểm như vậy, ngày nay UAV đang ngày càng phát triển mạnh mẽ, mang tính bùng nổ. Những thập kỷ gần đây, bước tiến trong lĩnh vực hàng không hiện đại được đặc trưng bởi sự phát triển công nghệ chế tạo UAV cũng như những công nghệ có liên quan (công nghệ trạm chỉ huy, điều khiển, truyền tin, xử lý thông tin, với tư cách bộ phận hợp thành của hệ thống UAV, cộng với công nghệ sensor và vũ khí cho UAV).

Hiện tại, UAV đang được coi là một trong những phạm trù vũ khí trang bị phát triển năng động nhất. Trên 30 nước đang phát triển và chế tạo tới 150 kiểu UAV, trong đó có trên 80 kiểu đang được sử dụng trong quân đội 55 nước trên Thế giới. Dựa trên các chương trình phát triển có thể dự báo rằng tới 2015 UAV sẽ được sử dụng trong 60 Quốc gia; chiếm tới 90% số máy bay trinh sát, và ít nhất 30% máy bay cường kích. UAV sẽ là phương tiện quyết định tương lai ngành hàng không quân sự, và thực tế tới 2003 đã chiếm ít nhất 50% tổng số máy bay trong toàn ngành.

Về phân loại UAV, hiện đang có nhiều tiêu chí tuỳ thuộc quan điểm thiết kế, chế tạo và sử dụng. Theo lĩnh vực sử dụng, chúng được chia thành UAV quân dụng và dân dụng. UAV quân dụng lại được chia theo chức năng, tuỳ nhiệm vụ cần giải quyết của quân đội từng nước. Chẳng hạn, UAV được Đức chia thành các loại trinh sát, chiến đấu và bảo đảm chiến đấu. Trong khi đó, Mỹ chia UAV thành chiến đấu (UCAV) và bảo đảm chiến đấu (UAV trinh sát được xếp vào loại bảo đảm chiến đấu). Sở dĩ như vậy, có thể do tại Đức UAV được sử dụng trước hết cho trinh sát.

Theo phạm vi khối lượng, chúng chia thành UAV vi hình (MAV) – dưới 5kg, UAV tiểu hình – dưới 200kg, lớn – trên 1.000kg và siêu lớn – trên 20.000kg; theo thời gian bay, chia thành các mức dưới 1, 6, 12 hoặc 24h và trên 24h; theo độ cao hoạt động chia thành UAV độ cao cực nhỏ có tầm hoạt động dưới 1km, độ cao nhỏ – dưới 3km, độ cao trung bình – dưới 12km, độ cao lớn – trên 12km và cực lớn – trên 20km.

Theo phương thức điều khiển, UAV được chia thành phương tiện bay tự hoạt (drones hay UAV) và phương tiện bay điều khiển từ xa (RPV). UAV tự hoạt được điều khiển từ máy tính trên phương tiện bay với chương trình lập trước. Còn RPV, như tên gọi của nó, được điều khiển qua đường truyền dữ liệu vô tuyến. Theo một quan niệm khác, RPV được coi là một tập con của UAV và hiện là một trong những lớp vũ khí trang bị đang phát triển năng động nhất. Theo đó, hầu hết RPV đều có khả năng bay tự hoạt theo chương trình, song vẫn có thể bay theo điều khiển ngoài. Khả năng thay đổi lộ trình theo lệnh bổ sung (từ mặt đất hoặc máy bay có người lái khác) được coi là một trong những ưu việt rõ ràng của RPV. Mặt khác, theo đà phát triển công nghệ, nhất là công nghệ tự động điều khiển và công nghệ thông tin, ngày nay hầu như mọi UAV đều có khả năng tự hoạt, và mức độ tự hoạt cao thấp đến đâu hầu như phụ thuộc vào quan niệm thiết kế hơn là vào khả năng công nghệ[(1)]. Vì lẽ đó, có ý kiến cho rằng cách phân loại máy bay không người lái thành UAV thường và RPV chỉ là tương đối.

Thực tế, máy bay không người lái ngày càng có nhiều vai trò trong quân sự. Tương ứng, số chủng loại UAV ngày càng phong phú, đến nay còn lớn hơn nhiều so với số chủng loại máy bay có người lái. Điều đó giải thích vì sao có nhiều tiêu chí phân loại UAV đến như vậy. Tại Mỹ, UAV còn được chia thành hai lớp chính, đó là UAV chiến thuật hay TUAV (có cự ly tác nghiệp tối đa 200km, chủ yếu nhằm chi viện cho lực lượng mặt đất) và UAV bay lâu (trên 200km). TUAV lại được chia thành phân lớp tầm gần (dưới 50km) và tầm trung. Lớp UAV bay lâu được chia nhỏ thành phân lớp thời gian dài, độ cao trung bình (MALE) và độ cao lớn (HALE) như đã nêu, với những máy bay có thời gian bay cỡ 10 - 30h và trên một ngày, tương ứng. Tương lai sẽ còn xuất hiện UAV bay cực lâu – ULE, với thời gian hoạt động có thể lên tới nhiều tháng.

Cũng nên phân biệt UAV với hệ thống UAV; vì lẽ hiện tại, sự phát triển của vũ khí trang bị đang đi

---

(1) Nhìn chung, trong hệ thống điều khiển bay, bộ phận ổn định thế bay và bảo đảm an toàn bay được điều hành tự động, tương tự như hệ thần kinh thực vật trong cơ thể. Trong khi đó, bộ phận điều khiển có nhiệm vụ bảo đảm bay theo lộ trình hoặc đánh vào mục tiêu đã chọn, thường được lập trình trước (theo một hoặc một số phương án) – tự hoạt, hoặc theo lệnh ngoài – điều khiển từ xa, tương tự hệ thần kinh động vật.

theo hướng hệ thống hóa. Một hệ thống UAV thường gồm một hoặc nhiều UAV với một bộ cảm biến hoặc tải công tác dạng môđun đi kèm; một trạm mặt đất (GCS) với thiết bị điều khiển bay và tải công tác, dùng để xử lý dữ liệu nhận được; khối bám dùng để truyền lệnh điều khiển qua đường truyền dữ liệu; phương tiện phóng, thu hồi và các thiết bị bảo đảm khác.

Có thể coi Bom Bay V-1 do Đức Quốc xã chế tạo và sử dụng trong Chiến tranh Thế giới II là ông tổ chung của cả tên lửa hành trình và UAV; vì nói cho cùng, tên lửa hành trình chính là dạng máy bay không người lái mang tải chiến đấu lắp liền. Do những nhược điểm của V-1, như bay chậm, dễ bị bắn hạ, độ chính xác không cao; đặc biệt do sự phát triển của tên lửa đường đạn, mà một trong những mẫu đầu tiên là Bom bay V-2, cũng do Đức chế tạo, sự phát triển của UAV dường như bị chững lại. Tuy nhiên, từ những năm 50, UAV lại được phát triển mạnh tại nhiều Quốc gia, đặc biệt Liên Xô và Mỹ. Ban đầu chúng phát triển theo hai hướng tách biệt. Một là chế tạo UAV lớn theo mẫu máy bay có người lái để trinh sát chiến lược, cũng như công kích mục tiêu chiến lược với vận tốc siêu âm, tức là sử dụng như tên lửa hành trình. Thứ hai, chế tạo UAV nhỏ dùng làm mục tiêu bay trong huấn luyện phòng không. Thành công trong sử dụng UAV tại Malaixia những năm 1960, Trung Đông 1973 và nhất là trong chiến tranh Việt Nam 1962-1973, đã dẫn tới những phát triển mới trong lĩnh vực UAV chiến dịch và chiến thuật những năm 70. Từ cuối những năm 90, sự phát triển UAV có những đột biến lớn; không chỉ ở chỗ đã xuất hiện các UAV tiểu hình và vi hình (MAV), mà ở chỗ ngày càng có nhiều chủng loại UAV mới với những tính năng đa dạng, đảm nhiệm nhiều chức năng mà trước đây được coi là độc quyền của máy bay có người lái và thậm chí cả vệ tinh nhân tạo.

Dường như đang xuất hiện ba lớp, hay ba loại hình UAV đặc trưng cho ba khuynh hướng khác nhau, nói đúng hơn, ba giai đoạn phát triển khác nhau trong chế tạo và sử dụng loại phương tiện bay này. Thứ nhất là khuynh hướng thay thế. Theo đó UAV được chế tạo để sử dụng thay cho máy bay có người lái tương đương, với tải trọng hữu ích tương tự hoặc hoàn toàn như cho máy bay thường. Hai là khuynh hướng tiểu hình hóa, tập trung vào phát triển UAV nhỏ nhẹ, bán kính chiến đấu nhỏ, phục vụ cho hoạt động của từng hạm tàu, phân đội nhỏ cấp chiến thuật. Ba là khuynh hướng phát triển UAV vi hình, hay MAV, khác hẳn các loại UAV đã có về nguyên lý chế tạo cũng như lĩnh vực ứng dụng.

Thay thế

Là khuynh hướng trong giai đoạn phát triển UAV đầu tiên, mà điển hình là phát triển UAV trực tiếp từ thiết kế máy bay có người lái trong những năm 50. Đến những năm 80, khuynh hướng này vẫn tiếp tục, song với thiết kế UAV riêng ngay từ đầu. Có một đặc điểm chung, là UAV thuộc lớp thay thế vẫn được thiết kế để mang các tải trọng truyền thống như máy bay thường; do đó có kích thước và khối lượng lớn nhất, cỡ 1.000-5.000kg, thậm chí trên 10.000kg. Một trong những loại tải đầu tiên của lớp UAV này là tải trinh sát, nhằm sử dụng thay thế máy bay trinh sát có người lái. Cho đến 1993 trừ một số ngoại lệ, phần lớn các UAV có tầm hoạt động hạn chế, không được trang bị vũ khí, khả năng tự vệ kém và chủ yếu dùng để chi viện trực tiếp cho lực lượng mặt đất. Tuy nhiên, từ giữa những năm 90, tình hình này đã thay đổi với sự xuất hiện của các UAV có thời gian hoạt động dài ở độ cao trung bình (MALE) và độ cao lớn (HALE).

Một điển hình cho lớp UAV thế hệ mới này là UAV trinh sát chiến lược RQ-4 Global Hawk, đơn giá cỡ 10 triệu đôla; có năng lực không thua kém so với máy bay trinh sát cao không U-2 nổi tiếng, song thời gian hoạt động dài hơn tới 4 lần. Phiên bản Tier II-Plus Global Hawk có sải cánh 35m, dài toàn bộ 13,5m, khối lượng 10.500kg, tầm hoạt động trên 30.000m và thời gian bay liên tục trên 48h [(1)]. Máy bay Global Hawk có thể giám sát một vùng rộng 137.196km^2 hoặc giám sát 1.900 điểm mục tiêu trong vòng 24 giờ. Global Hawk mang tải radar mặt mở tổng hợp (SAR) độ phân giải 0,3m ở chế độ chiếu điểm và 1m ở chế độ sục sạo. Các sensor có khả năng định vị mục tiêu với sai số địa lý chưa tới 20m, quá đủ để chỉ thị mục tiêu cho máy bay khác công kích. Do tính năng cao như vậy, UAV trinh sát chiến lược RQ-4 Global Hawk có thể thay thế một phần cho máy bay tuần biển P-3 Orion. Ngoài ra,

---

(1) Trong khi đó, TR-1, mẫu thiết kế lại, hiện đại hóa của U-2, có sải cánh 31,39m, khối lượng rỗng 11.535kg, cực đại 18.144kg, tải trọng 2x544kg, tầm hoạt động 27.400m, thời gian hoạt động chỉ 12h [Jane's All the World Aircraft 1987-88, p.443].

còn có tới 20 phiên bản Global Hawk dùng cho các mục đích như tác chiến điện tử, tình báo điện tử, báo động sớm tên lửa hành trình và tên lửa đường đạn chiến trường.

Thuộc thế hệ này còn có Predator, một điển hình cho quá trình vũ trang hóa UAV, hay quá trình phát triển máy bay không người lái vũ trang - UCAV. RQ-1A Predator dựa trên cơ sở UAV độ cao trung bình bay lâu Gnat 750, đơn giá ban đầu 3,2 triệu đôla. Predator có tải hữu ích 204kg, ứng với khối lượng cất cánh lớn nhất 850kg; tầm bay cực đại 7.620m và tầm bay hiệu dụng 1.500-4.500m. Trong phát triển UAV, vấn đề tàng hình hóa, chính xác hơn, giảm dấu hiệu bộc lộ được xử lý khá toàn diện. Với kết cấu vật liệu phức hợp (composit), nó có tiết diện radar hiệu dụng $1m^2$; còn khi dùng vật liệu hấp thụ sóng radar thì chỉ còn $0,1m^2$. Ngoài ra, Predator còn được thiết kế sao cho dưới mặt đất không nghe thấy khi nó bay cao 300m, không nhìn thấy khi bay cao 900m. So với máy bay có người lái cùng tính năng, tàng hình hóa cho UAV thuận lợi hơn nhiều nhờ kích thước nhỏ vốn có; và vì vậy, nó có khả năng sống còn cao hơn nhiều. Predator được sử dụng thực chiến lần đầu tại Boxnia năm 1995, ngay trong giai đoạn thử nghiệm. Tại đây, Predator đã thành công đến nỗi được dùng làm mẫu để phát triển máy bay trinh sát chiến lược Global Hawk và máy bay chiến đấu không người lái MQ-9 Predator B.

Với động cơ tuabin hai dòng khí đốt kiệt Honeywell TPE331 (đã sử dụng thành công trên tên lửa hành trình Tomahawk) Predator B mang được 108kg, gấp 10 tải trọng của dạng A, có thể bay cao 15.000m (so với 7.500m) và có vận tốc 410km/h (220 km/h). Khối lượng cất cánh đã tăng từ 1.020kg lên 4.535kg. Predator B được trang bị radar mặt mở tổng hợp (SAR), cho phép hoạt động trong thời tiết xấu và chỉ thị mục tiêu cơ động với độ phân giải điểm 10cm. Trong điều kiện thích hợp nó có thể phát hiện vệt xích xe tăng, mìn đã chôn và cả dấu chân người. Hệ thống đạt chuẩn địa lý đến 1m và có thể chuyển tọa độ mục tiêu qua đường truyền số liệu đến một máy bay khác. Predator B có thể mang đến 14 tên lửa chống thiết giáp AGM-114 Hellfire (A – 2 quả), cho phép công kích theo laser chỉ thị mục tiêu của chính mình với thời gian phản ứng (thời gian cần có từ lúc phát hiện tới lúc tiêu diệt mục tiêu) đang được thu hẹp lại nhiều. Với năng lực truyền ảnh thực thời đang tiếp tục phát triển, Predator ngày càng được Lầu Năm Góc coi là một bộ phận tích hợp tạo năng lực tiến hành tác chiến "mạng trung tâm" năng lực phối hợp và khai thác tình báo từ nhiều nguồn để tạo bức tranh về không gian chiến trường thực thời, chính xác cao.

Khuynh hướng UAV thay thế vẫn phát triển mạnh mẽ, với nhiều dự án đã và đang phát triển. Tại Mỹ, rất có thể kế tiếp RQ-4 Global Hawk sẽ là SensorCraft, một mẫu UAV có khả năng thực hiện hàng loạt chức năng như giám sát, trinh sát, truyền tin và chỉ thị mục tiêu. Được tích hợp radar, camera truyền hình hồng ngoại, thiết bị thu chặn điện tử (Comint) và các đường truyền dữ liệu, bảo đảm giám sát chiến trường ở độ cao 20km, có thể dùng Sensor Craft thay cho RQ-4 Global Hawk, một hệ UCAV đang phát triển và máy bay chỉ huy và điều khiển đa nhiệm EA-10.

Kế tiếp Predator sẽ là UCAV các kiểu X-45, X-46 và X-47. Máy bay X-45 có khối lượng rỗng cỡ 3.650kg là mẫu UCAV tàng hình gần giống B-2 (dạng cá đuối với đường hút khí uốn lượn) được điều khiển từ xa (RPV), lái theo phương thức thay đổi vectơ luồng phụt, có hệ thống điều khiển bay bằng tín hiệu điện (bay bằng dây), được trang bị radar SAR, có thể mang bom JDAM hoặc bom đường kính nhỏ (đang phát triển cho B-2 và UCAV). X-46 là phiên bản hải quân, phái sinh từ X-45. Trong khi đó, X-47 rất có thể có sải cánh 15m, nặng cỡ 13.150kg, có khả năng tàng hình trong môi trường nước mặn và tương hợp với hệ GPS hạm tàu.

Trên phạm vi Thế giới, lớp UAV thay thế đặc biệt là UAV chiến đấu hay UCAV triển vọng đang được quan tâm ở nhiều Quốc gia, với những cách tiếp cận rất khác nhau. Thí dụ, họ Grand Duc của Pháp – một họ UCAV theo thiết kế chuyên dùng – về mặt nào đó cũng có thể được xếp vào lớp UAV thay thế, với tải tác chiến là sensor và vũ khí truyền thống. Tuy nhiên, UAV này lại phát triển từ một họ UAV tiểu hình (Petit Duc, UCAV, 60kg). Tại Ixraen, UCAV Heron được phát triển để chuyên đánh chặn tên lửa đường đạn chiến thuật. Trong khi đó, Harpy (Ixraen) và Taifun (Đức) được thiết kế để sử dụng một lần chống radar với đầu chiến đấu lắp liền, một cách làm được coi là bước chuyển từ tên lửa hành trình sang UAV, và do đó trên nhiều mặt không được xếp vào UCAV. Đặc biệt, các UCAV như Zond 3 và Korshun của Nga có tính năng không thua kém, thậm chí còn nhỉnh hơn và được phát triển để đối phó với Predator.

Trong lĩnh vực UAV thời gian bay dài, độ cao lớn (HALE) dùng cho trinh sát chiến lược, ngoài RQ-4 Global Hawk còn có các kiểu đáng chú ý, như S-62 do Sukhoi (Nga) phát triển. Với sải cánh 59m, dài 14,4m, có thể hoạt động 24 giờ ở độ cao 20.000m, S-62 còn bay cao hơn Global Hawk và đặc biệt có khả năng quan sát 360°, điều Global Hawk chưa thực hiện được.

Cũng có khuynh hướng chế tạo UAV thời gian bay dài, song độ cao nhỏ (LALE). Một điển hình là Xingapo, nơi đang phát triển một LALE UAV 15.000kg, dùng thay thế cho 4 máy bay báo động sớm và chỉ huy E-2C Hawkeye hiện có.

Có lẽ còn phải kể đến các UAV bay bằng pin mặt trời, hoạt động ở độ cao cỡ 40km. Nhờ sử dụng năng lượng mặt trời, chúng sẽ có thời gian bay siêu lớn, tới hàng năm, và do đó có thể coi như một thứ *"vệ tinh khí động"* hiệu quả và tiết kiệm. Theo tính toán của NASA, chi phí sử dụng vệ tinh vào khoảng 1.000 bảng Anh/giờ, trong khi với UAV năng lượng mặt trời chỉ chưa đến một nửa. Một tính toán khác còn lạc quan hơn. Theo đó, một hệ thống vệ tinh truyền tin có chức năng tương tự sẽ đắt hơn 30-40 lần và hiệu quả thấp hơn xét về năng lực hoàn thành nhiệm vụ; chẳng hạn, phải có một chùm 24 vệ tinh (trở lên) để quan sát một đối tượng trong thời gian 1h. Hệ thống cần bổ sung thay thế khiến chi phí tiếp tục tăng thêm, vì mỗi vệ tinh loại này có giá thành cỡ 50 triệu USD. Hiện đã có 4 kiểu UAV năng lượng mặt trời thử nghiệm của NASA là Pathfinder, Pathfinder Plus, Centurion và Helios. Trong cuộc thử nghiệm cuối 2002, Helios đã bay trên độ cao tới gần 40km. Cho tới nay, đây là độ cao lớn nhất mà một máy bay dùng động cơ cánh quạt có thể thực hiện. UAV năng lượng mặt trời mở ra triển vọng thay thế cho máy bay có người lái, các loại UAV khác cũng như vệ tinh trong nhiều ứng dụng, như trinh sát, giám sát chiến trường, truyền tin thực thời và cả đạo hàng chính xác cao – một chức năng cho đến nay mới thực hiện được với vệ tinh định vị toàn cầu (như Navstars của Mỹ và Glonass của Nga).

Tiểu hình hóa

Là khuynh hướng điển hình cho giai đoạn phát triển thứ hai của UAV. Về kích cỡ đây là lớp UAV lớn thứ hai, với khối lượng rỗng nằm trong khoảng vài kilogam tới vài trăm kilogam, tức là có thể được xếp vào UAV trung bình và nhỏ. Lớp UAV nhỏ còn có thể được chia làm hai phân lớp: UAV tiểu hình – trên dưới 100kg, và UAV mini – một vài kilogam. Thực ra, ngay từ cuối những năm 50 đã xuất hiện các UAV nhỏ điều khiển từ xa, dùng làm mục tiêu huấn luyện phòng không cũng như trong thể thao. Đến những năm 80, xuất hiện các dự án phát triển UAV nhỏ đầu tiên, trước hết tại Ixraen, và được sử dụng thực chiến lần đầu trong Cuộc chiến vùng Vịnh 1991. Do nhỏ nhẹ, chúng có tầm hoạt động nhỏ, thời gian bay không dài và thường ở độ cao khá thấp, chỉ phù hợp với những ứng dụng chiến thuật. Song, từ sau chiến tranh Lạnh, xung đột vũ trang chủ yếu diễn ra dưới hình thức chiến tranh cục bộ, hay xung đột cường độ trung bình và thấp (theo cách phân loại của Mỹ) nên các loại hình UAV chiến thuật đang được ưu tiên cao nhất, và do đó phát triển phong phú nhất cả về số lượng và chủng loại.

Về thiết kế, mặc dù vẫn tuân thủ những nguyên tắc thiết kế hàng không cơ bản, song do kích thước nhỏ nên UAV nhỏ chịu những ràng buộc nhất định, chẳng hạn, chỉ dùng được động cơ nổ và động cơ điện. Mặt khác, đặc điểm nhỏ nhẹ cũng tạo đất cho nhiều phát triển mới; thí dụ, cho phép sử dụng phổ biến vật liệu phức hợp, phi kim loại trong kết cấu thân và cánh máy bay.

Tương tự như với UAV thay thế, ban đầu lớp UAV nhỏ cũng được thiết kế trước hết để mang vũ khí trang bị truyền thống. Tuy nhiên, do sức mang thấp, nên tải của chúng thường là những phiên bản cải tiến của vũ khí trang bị mang vác, vốn dùng cho bộ binh hoặc lực lượng đặc biệt. Chẳng hạn, giống như UAV thay thế, một trong những chức năng đầu tiên của UAV nhỏ là trinh sát, tuần phòng và giám sát chiến trường, với thiết bị quang học và hồng ngoại nguyên dùng cho trinh sát pháo binh. Tương tự, một trong những vũ khí đầu tiên được đưa lên UCAV tiểu hình là tên lửa phòng không vác vai cải tiến, tương tự tên lửa không đối không cho máy bay lên thẳng. Về sau tải trang bị trên UAV cũng được tiểu hình hóa, với những mẫu sensor, thiết bị truyền dữ liệu và vũ khí tiểu hình hóa chuyên dùng, được thiết kế từ đầu cho chúng. Một thí dụ là họ sensor sử dụng một lần, cực nhẹ (chưa tới 450g) dùng cho UAV nhỏ sử dụng một lần.

UAV nhỏ đang được hết sức chú ý tại nhiều nước, nhất là Mỹ. Là một bộ phận của nỗ lực đưa công nghệ tiên tiến nhất vào máy bay chiến đấu, những phương pháp mới sử dụng UAV nhỏ đang

được Mỹ khuyến khích. Chúng có thể được dùng để đánh giá kết quả không kích, gây nhiễu gần và tiếp sức truyền tin. Mở rộng ra, UAV hoạt động dài ngày trên quỹ đạo cực cao sẽ được dùng để phóng UAV tiểu hình, và kể cả vi hình (MAV), có khả năng hoạt động một vài ngày, cho phép ngăn chặn radar phòng không hoạt động. Tuy nhỏ nhẹ, song UAV mini vẫn có thể mang đạn đủ mạnh để diệt những mục tiêu mềm, như anten radar. Trong tình hình đó, khó có thể phân biệt rõ ràng giữa UAV nhỏ với bom đạn con, chẳng hạn, đạn con của Hệ thống công kích tự hoạt giá thành hạ (LOCAAS) - một vũ khí công nghệ cao thế hệ mới.

Một trong những UAV tiểu hình đầu tiên được sử dụng thực chiến là Pioneer do Ixraen phát triển những năm 80 và được Mỹ chế tạo lại. Với khối lượng 180kg, nó có tầm bay trên 150km, thời gian hoạt động 5h, mang sensor truyền hình ban ngày và hồng ngoại cho ban đêm. Sensor hồng ngoại có thể *"phát hiện xe tăng vừa đi qua trảng cát, vì chúng để lại dấu vết nhiệt"*. Được trang bị và sử dụng trong chiến tranh vùng Vịnh 1990-91, nó đã bước đầu khẳng định vai trò quân sự của UAV tiểu hình chiến thuật.

Trong khi đó, mặc dù bị coi là quá nhỏ và chậm chạp trong chiến tranh vùng Vịnh 1990-91, FQM-151A Pointer (Mỹ) lại là phương tiện mở đường cho UAV mini thế hệ hiện nay. Nó đã hoạt động lần đầu từ 1986 và được liên tục nâng cấp với những công nghệ mới. Một hệ thống điển hình có đơn giá 10.000 đôla, gồm 3 UAV 4kg (khối lượng rỗng 2,2kg, bộ nguồn 1kg và 0,9kg tải trọng) và một trạm điều khiển mặt đất. Máy bay có thể hoạt động 1,5h với 2 bình điện lithium sulfur dioxide, ở vận tốc 29-80km/h, cự ly tuần phòng 8-10km.

Bền chắc và dễ vận hành, Pointer được dùng cho bộ binh với nhu cầu huấn luyện thấp nhất. Với vỏ bằng vật liệu phức hợp keplar, máy bay có thể tự động hạ cánh mềm theo phương thẳng đứng. Vì vậy, nó có thể bay hàng trăm chuyến mà chỉ cần sửa chữa nhỏ. Nhờ máy thu định vị vệ tinh GPS, nó có thể tự động lượn vòng theo chương trình. Ngoài lực lượng tác chiến đặc biệt, Pointer còn được sử dụng trong lục quân, không quân và lính thuỷ đánh bộ Mỹ. Tới 2001, đã có trên 160 chiếc Pointer được cung cấp cho quân đội và xuất khẩu.

Từ Pointer, đã xuất hiện UAV Raven – bằng nửa kích cỡ Pointer, và Puma – lớn hơn và bay nhanh hơn Pointer đôi chút. Cả ba kiểu máy bay đều dùng chung thiết bị điều khiển mặt đất. Raven là mẫu UAV nhỏ nhất có thể đáp ứng nhu cầu chiến đấu: tầm bay 5-10km, hoạt động cả ngày lẫn đêm, khối lượng toàn hệ dưới 18kg. Máy bay có thể đóng trong hai ba lô; và sau đó, có thể lắp ráp không cần đồ nghề đặc biệt. Puma có thể hoạt động 3h khi mang một camera hồng ngoại nhẹ, hay gần 2h với tải 1kg hoặc nặng hơn đôi chút.

Những UAV nhỏ trong vùng cự ly trên 100kg hiện đang được sử dụng rộng rãi nhất, và nhìn chung được xếp vào UAV chiến thuật. Ngoài RQ-2 Pioneer, với các phiên bản cải tiến như RQ-2B Sentry Owl/ Desert Hawk (Mỹ); trên Thế giới còn có nhiều mẫu khác, điển hình là Brevel (Đức), Fox AT2 (Pháp) và Pchela-1 (Nga). Nhìn chung, UAV chiến thuật được sử dụng để thu thập dữ liệu mục tiêu thực thời ở cự ly không dưới 100km. Đường truyền dữ liệu bền nhiễu được dùng để điều khiển máy bay và tải ảnh xuống trạm điều khiển.

Pchela-1 có khả năng xác định mục tiêu thực thời cho pháo phản lực bắn loạt Smerch và Grad, lựu pháo tự hành 2S19M1 và chỉ thị mục tiêu cho máy bay lên thẳng chiến đấu. Năng lực chỉ thị mục tiêu cho Smerch của Pchela-1 đã được thẩm định thực chiến. Nhờ nó, thời gian chuẩn bị công kích mục tiêu giảm 5-6 lần và tiêu hao đạn giảm 1,5 lần; thời gian từ khi phát hiện mục tiêu tới khi nổ súng chỉ còn 2-3 phút. Pchela còn cho phép đánh giá hiệu quả công kích và hiệu chỉnh hoả lực pháo.

Trong lớp UAV nhỏ cũng có phương án sử dụng năng lượng mặt trời. Hiện Các Tiểu vương quốc Arập đang được cung ứng 60 hệ thống UAV phóng bằng tay Der, nặng 6kg, dài 1,3m, sải cánh 2m, có thể mang 1 camera số hoặc 1 bộ tạo ảnh nhiệt. Khi không có ánh mặt trời, bình điện (ăcquy) bên trong vẫn bảo đảm cho máy bay hoạt động 45 phút. Sau khi thu hồi, có thể nạp điện bằng pin mặt trời trong ba lô đi kèm.

Phân lớp UAV mini chỉ được xếp vào loại cận chiến thuật. Song gần đây ngày càng có nhiều dự án, chủ yếu nhằm phục vụ phân đội nhỏ và hạm tàu. Một trong số đó là dự án Hệ thống quan trắc từ xa tạm thời cho phân đội nhỏ, với UAV mini Dragon Eye. Mỗi hệ gồm 3 máy bay và 1 trạm mặt đất. Lỵnh thuỷ đánh bộ Mỹ đã mua 1.026 máy bay và 342 trạm điều khiển mặt đất, vận hành lần đầu năm

2003. Dragon Eye có sải cánh 1,15m, chỉ nặng 2kg, song mang được tới 225g tải. Nó có vận tốc 63km/h, bay được 50 phút và cự ly 5-10km, mang 2 camera truyền hình màu hoặc đen trắng mức sáng thấp. Tương lai, khối tải có thể còn gồm bộ tạo ảnh nhiệt và trạm tiếp sức vô tuyến. Dragon Eye là một thiết kế UAV mini khá thành công, được cải tiến và sử dụng rộng rãi trong quân đội Mỹ. Phiên bản hải quân của Dragon Eye là Sea Airborne Lead Line (Sea ALL), phóng bằng tay và thu hồi trên hạm tàu nhờ lưới; dùng để bảo vệ lực lượng, thu chặn thông tin và tìm cứu trên biển; đã được dùng thử tại Vịnh Arập.

Để tăng tính năng cho UAV mini, bên cạnh vi tiểu hình hóa tải công tác, còn có nhiều giải pháp *"chiến thuật"* khác, chẳng hạn UAV được mang phóng và chuyển tiếp thông tin qua máy bay. Điển hình là các UAV mini Extender và Thiết bị đối phó tích hợp phóng từ trên không sử dụng một lần ALICE của hải quân Mỹ. Extender thuộc dạng UAV thả từ trên không, dùng cho tác chiến điện tử. Trong khi đó, ALICE có khả năng mang 11,4kg, phóng từ các máy bay chiến thuật, như F/A-18. Ở vận tốc tới 1,2M. ALICE có thể bay 360km trong 1h trước khi mở khối cánh ngoài, rồi tiếp tục lượn vòng ở 120km/h trong 2h nữa.

Cũng có ý tưởng mang phóng UAV nhỏ từ các UAV lớn, chẳng hạn UAV mini SentriEye từ UAV Predator. Dạng UAV mini chuyên để mang phóng từ phương tiện khác được gọi chung là UAV ký sinh. Ngoài máy bay, máy bay lên thẳng và UAV khác, còn có phương án dùng tên lửa hành trình (như Tomahawk, LOCASS), và pháo đã chiến làm phương tiện mang phóng. UAV mini Silent Eye có thể thay đổi kích thước/ đường kính tuỳ phương tiện phóng hiện dùng, từ nòng rocket 70mm tới nòng pháo 155mm. Vũ khí ngoài tầm hoả lực phóng không liên quân chủng (JSOW) có thể mang ít nhất 12 UAV 105mm, nặng cỡ 11,5kg. Các tốp 4 UAV mang sensor và bom đạn có thể phát hiện và công kích các mục tiêu giá trị cao, chẳng hạn, radar và bệ tên lửa đất đối không.

Silent Eye có thể lượn 40-50km sau khi được rải từ Predator ở độ cao 6.350m, rồi chuyển ảnh mục tiêu về cho UAV mẹ hoặc một phương tiện khác. Nó có thể mang khối truyền dữ liệu UHF 1W, cho phép truyền ảnh nén đi xa 180km.

Hiện UAV tiểu hình là phương tiện nhỏ nhất có khả năng mang vũ khí truyền thống. Để hình dung rõ hơn, cuối 2002 lần đầu tiên tên lửa chống tăng thông minh BAT 4,1kg đã được thử trên UAV 727kg RQ-5A Hunter. Đầu 2002, tại triển lãm Eurosatory Sagem đã trưng bày UCAV 350kg Sperver-LE với 2 giá treo và hàng loạt vũ khí không đối đất. Đây là minh họa rõ nhất về UCAV kích cỡ tối thiểu có thể mang tải chiến đấu truyền thống.

Vi hình hóa

Là khuynh hướng điển hình cho giai đoạn phát triển thứ ba của UAV, có tên gọi phổ biến là UAV vi hình (Micro UAV) hay MAV (Micro Aerial Vehicle). Về kích thước và khối lượng, đây là lớp UAV nhỏ nhất, với kích thước từ trên dưới 1m tới vài chục centimet và khối lượng rỗng khoảng vài kilogam trở lại, thậm chí vài chục gam, tức là nhỏ hơn nhiều so với UAV nhỏ.

Được bắt đầu phát triển từ cuối những năm 90, đây là lớp UAV cực kỳ đa dạng, về nguyên lý chế tạo cũng như tải tác nghiệp, dẫn đến những thay đổi về chất quan niệm chế tạo và sử dụng UAV với tư cách một phương tiện mang phóng quân dụng. Quá trình phát triển MAV còn gắn liền với quá trình phát triển các loại vũ khí trang bị vi hình, phi truyền thống, dựa trên những thành tựu công nghệ đang nổi lên; và do đó, gắn với những thay đổi mang tính đột biến trong sử dụng lực lượng vũ trang hiện nay và tương lai, tức là với quan niệm tác chiến mạng trung tâm ở giai đoạn chín hơn. Những thay đổi về công nghệ được ứng dụng này thể hiện ngay ở những khác biệt sâu sắc giữa một thái cực là phân lớp các MAV tương đối nặng và thái cực kia – các MAV nhẹ và cực nhẹ.

MAV kinh điển. Trong phổ kích thước khối lượng, phân lớp MAV kinh điển nằm ở vùng cao và trung bình. Thoạt nhìn, nhất là với các MAV lớn nhất, dễ cho rằng đây chỉ là sự tiếp tục giảm kích cỡ của UAV nhỏ. Chúng có dạng ngoài khá giống UAV các lớp trước và được tạo lực nâng theo những nguyên lý phổ cập cho máy bay, như cánh nâng quay và/hoặc cố định với những sơ đồ khí động hàng không phổ biến. Nhiều khi, MAV là một thiết kế phái sinh của UAV nhỏ, chẳng hạn, Raven – mẫu UAV nhỏ nhất có thể đáp ứng yêu cầu vũ trang UCAV – có khối lượng rỗng cỡ 1kg và kích thước

bằng 1/2 so với Pointer, tức là nằm trong vùng giao nhau giữa hai lớp: UAV mini và MAV[1].

Vì kích thước nhỏ và nhu cầu hoạt động trong không gian hạn chế, phần lớn các thiết kế MAV kinh điển ứng dụng nguyên lý cánh nâng quay. Một điển hình cho phân lớp này là XQ-138 HeliSpy do Mỹ hợp tác với Singapore phát triển. Máy bay dài 60cm, đường kính thân 8,9cm, rotor 28cm. Nó có thể bay tự hoạt với máy thu đạo hàng vệ tinh GPS, hoặc được điều khiển từ xa với một máy phát cầm tay. XQ-138 có vận tốc bay bằng trên 120km/h, đã bay trình diễn trong gió mạnh 50km/h, và có thể bay treo 30 phút với 500cm^3 nhiên liệu.

Do kết hợp ứng dụng các nguyên lý cánh nâng quay và cố định, MAV kinh điển có quan hệ khá chặt chẽ với UAV mini. Nhiều trường hợp đó là mẫu MAV trong một họ UAV. Thí dụ, một họ máy bay cất hạ cánh thẳng đứng (VTOL) đang được Anh phát triển, gồm nhiều mẫu, từ MAV tới những UAV có khối lượng tới 145kg. Cách thiết kế thành bao cánh rotor sáng tạo cho phép giảm xoay đảo và tăng thêm lực nâng. Mẫu nhỏ nhất của họ UAV này thuộc lớp MAV với cánh quạt đường kính 23cm, sải cánh trên 1m. Nó có khối lượng cất cánh lớn nhất 7,7kg, kể cả 680g tải, có thể lượn vòng 6h hoặc bay treo 90 phút.

Tuy nhiên, so với thiết kế máy bay thông thường, giải pháp cho MAV kinh điển đã thay đổi đáng kể. Chẳng hạn, để dễ chuyển từ thế bay treo sang bay bằng, đồng thời vẫn dung hòa tính năng bay bằng và bay treo thỏa đáng, trong thiết kế MAV không áp dụng nguyên lý cánh quạt lật như cho máy bay (thí dụ V-22 Osprey Mỹ), mà dùng cấu hình tấm bay hoặc cánh nâng chữ thập với cánh quạt đẩy kiêm nâng đủ lớn, có thể thay đổi tốc độ quay để bay bằng vận tốc lớn và bay treo hoặc cất hạ cánh vận tốc nhỏ. Điển hình là các MAV Black Widow và HoverFly (Mỹ), trong khuôn khổ Chương trình công nghệ MAV của DARPA. Black Widow đã đạt hoặc vượt mọi mục tiêu chương trình: kích thước cực đại 15cm, tầm bay 1,8km, thời gian bay 30 phút, độ cao 250m, đường truyền xuống video màu thực thời, và khả năng phóng tự hoạt từ một *"hộp"* cầm tay nặng chưa tới 1kg (cả máy bay). Black Widow phiên bản cuối có vận tốc lớn nhất 64km/h. Trong khi đó, HoverFly là dạng máy bay cất hạ cánh thẳng đứng (VTOL), dùng 1 động cơ điện 32g, kéo 2 rotor kiêm cánh quạt đường kính 18cm, cho phép bay treo với công suất 24,5W. HoverFly nặng 180g, sải cánh 25cm, vận tốc bay bằng 32km/h, có thể mang 1 camera truyền hình màu vi hình.

MAV nguyên lý mới. Trong phổ kích thước khối lượng, MAV nguyên lý mới nằm ở vùng nhỏ nhẹ nhất. Chúng không chỉ khác các UAV khác về dạng ngoài mà cả về nguyên lý hoạt động và sơ đồ thiết kế. Hoạt động phát triển MAV phân lớp này nở rộ từ Thập kỷ đầu tiên của Thế kỷ XXI, gắn với những nghiên cứu mới về hoạt động bay của động vật. Những nỗ lực theo hướng này nhiều đến nỗi khó có thể mô tả chi tiết. Song để có cái nhìn khái quát, ta có thể đưa ra vài mẫu tạm coi là điển hình.

Do siêu nhẹ, thường dưới 100g, MAV phân lớp này có giá thành khá thấp, và đặc biệt, thường được thiết kế theo những cách tiếp cận không thể thực hiện trên những UAV lớn hơn. Thí dụ, Samara ứng dụng nguyên lý rotor hãm, cho phép kết hợp khả năng bay chậm và giảm độ cao gần như thẳng đứng của thiết kế cánh nâng quay với khả năng bay nhanh, hiệu suất cao của máy bay cánh nâng cố định. Bộ cánh nâng là một cặp panen đơn phiến. Ở vận tốc thấp, chúng tạo lực nâng như rotor (cánh nâng quay). Để bay bằng với cánh nâng cố định, các panen được hãm ở hai hướng ngược nhau. Cấu hình này đã được đề xuất trong chương trình máy bay lên thẳng hạng nhẹ VHX của Mỹ đầu những năm 80, song nay mới thực hiện được trên UAV.

Bên cạnh các nguyên lý hàng không kinh điển, trong phân lớp MAV này đặc biệt phổ biến những công nghệ mang tính cách mạng; chẳng hạn, ứng dụng nguyên lý tạo lực nâng theo kiểu vẫy cánh như chim hoặc đập cánh như côn trùng. Có thể thấy điều đó qua một số mẫu MAV, như MicroBat và một MAV dạng côn trùng. MicroBat là máy bay dạng chim (Ornithopter) được phát triển theo đơn đặt hàng của DARPA (Mỹ), trình diễn 8/2002, để chứng minh khả năng bay bằng cánh vỗ trong thời gian lâu chưa từng thấy (22 phút 45 giây). Nó có sải cánh 23cm và nặng 14g, có động cơ điện chạy bằng bình điện lithi.

Mỹ còn phát triển cái được mô tả là máy bay dạng côn trùng (Entomopter), bay bằng cách đập

---

(1) Thực tế cũng vậy. Mặc dù được xếp vào lớp phân UAV mini, song Raven lại được phát triển trong khuôn khổ Chương trình MAV của DARPA.

cánh, có lực đẩy bổ trợ, cho phép kết hợp khả năng bay bằng vận tốc cao với bay treo. Thực chất, đây là một thiết kế lai (kết hợp giữa đập cánh – nguyên lý sinh học và dùng rotor – hàng không cổ điển) nhằm giảm thấp nhất nhu cầu năng lượng và tăng cao nhất khả năng mang tải ở thế bay treo, đồng thời khắc phục hạn chế về vận tốc của cấu hình cánh vỗ thuần tuý khi bay bằng. Một MAV dạng côn trùng khác được Mỹ phát triển, song tạo rung nhờ cơ bắp hóa năng, dựa trên chất dẻo áp điện.

Trang bị và tải tác nghiệp của MAV. Sự phát triển của MAV gắn với các công nghệ mới đang nổi lên. Với MAV kinh điển, gắn bó nhất là các công nghệ vi cơ khí và vi điện tử, tạo ra động cơ cực nhỏ, vi sensor, thiết bị điều khiển bay, truyền dữ liệu vi hình... Chẳng hạn, tải trọng cho MAV Black Widow có thể là 1 vi camera truyền hình màu, chưa đến 2g, cho phép tạo ảnh liên tục; hoặc 1 máy phát truyền hình, cũng chưa tới 2g; và hệ điều khiển vô tuyến nhiều giai đoạn chỉ nặng 5g cộng với các bộ dẫn động chưa tới 0,5g.

Việc sử dụng MAV với vi tải có nhiều ý nghĩa đặc biệt, trên cả hai phương diện kinh tế kỹ thuật và chiến kỹ thuật. Trước hết, chúng đang nổi lên như một phương tiện cho trinh sát vô tuyến kỹ thuật (SIGINT) với sensor nhỏ nhẹ. Một phiên bản Dragon Eye tác chiến điện tử của lính thuỷ đánh bộ Mỹ, cho phép đưa một máy vi nhiễu 142mW nặng chưa tới 10g, đến rất gần đài phát sóng.(1) DARPA còn phát triển một phương án khác, gọi là Wolfpack, với thiết bị sử dụng một lần – cỡ một lon nước ngọt – phóng từ UAV mini. Chúng có thể dùng để phát nhiễu cự ly gần, thu trinh sát SIGINT, hoặc tạo giả giao lưu vô tuyến đã chiến đánh lừa. Ngoài ra, còn có phương án dùng MAV mang lượng nổ cực nhỏ thường hoặc chuyên dụng, chẳng hạn lượng nổ tạo xung điện từ (EMP), để diệt những trang bị thiết yếu trong hệ thống phòng không hoặc C^3I.

Sử dụng thực chiến

Có thể nói, sự kiện máy bay trinh sát tầng cao có người lái U-2 bị bắn rơi năm 1962 tạo ra một bước ngoặt trong tiến trình phát triển UAV, đặc biệt tại Mỹ. Những năm 60, hàng loạt UAV đã được sử dụng để trinh sát không phận các nước đối địch. Thời kỳ chiến tranh Việt Nam, nhất là trong chiến tranh phá hoại 1964-1973, UAV được sử dụng khá nhiều. Hầu hết đó là những UAV thuộc Bộ tư lệnh không quân chiến lược (SAC), ứng dụng hạn chế, phần lớn để thám sát đường bay không kích. Sensor chủ yếu là máy ảnh, làm việc trong phổ ánh sáng nhìn thấy hoặc quang hồng ngoại. Cuối những năm 1960, UAV đã được trang bị đường truyền dữ liệu để bảo đảm không mất dữ liệu mục tiêu do tổn thất máy bay. Đến lúc này UAV vẫn hoạt động theo chương trình lập sẵn, hạ cánh bằng dù và thực tế chủ yếu phục vụ mục đích chiến lược. Sau chiến tranh Việt Nam, trong những năm 1970, UAV vẫn được sử dụng rộng rãi, chẳng hạn để tiến hành trinh sát ở Bắc Triều Tiên, Trung Quốc và Bắc Việt Nam. Chúng được sử dụng thay cho vệ tinh trong thu chặn thông tin, theo các chương trình mật của Cục An ninh Quốc gia (NSA, Mỹ).

Chiến tranh vùng Vịnh 1990-91 đánh dấu việc mở rộng sử dụng UAV, chiến thuật hóa phương tiện quân dụng này. Tại đây các UAV dạng điều khiển từ xa (RPV) như Pioneer, Sentinel và Pointer được sử dụng rộng rãi. Các RPV tầm trung Pioneer và Sentinel đã được Hải quân sử dụng thành công để chỉ thị mục tiêu và chỉnh bắn.(2) Tổng cộng có 5 bộ Pionneer được huy động, mỗi thiết giáp hạm được trang bị 1 bộ, còn 3 bộ kia cho lính thủy đánh bộ. Trong khi đó Pointer, một mẫu UAV nhỏ (4kg kể cả tải tác nghiệp) được dùng trong lục quân và lính thủy đánh bộ. Tổng cộng có 5 Pointer được huy động, 2 bộ cho sư đoàn 82 không vận và 3 bộ thuộc lính thủy đánh bộ. Trái với thành công của Pioneer, máy bay Pointer đã tỏ ra quá nhỏ bé và chậm chạp. Hơn nữa trong cuộc chiến, Pioneer được sử dụng với cường độ cao và cũng chịu tổn thất nặng nề. Dù vậy, hiệu quả đáng chú ý của Pioneer đã đem lại nhiều kinh nghiệm tác chiến có giá trị, góp phần xóa bỏ thái độ hoài nghi về giá trị quân sự của UAV.

Chiến tranh Ban Căng có lẽ đã bắt đầu từ cuối những năm 80 với các cuộc chiến tranh ly khai, chiến tranh Boxnia tới cuộc chiến Côxôvô 1999. Chiến trường này được coi là một trường thử thực

(1) Máy nhiễu 100mW ở cách mục tiêu trong vòng 10m có tác động tương đương máy nhiễu 100kW phát từ cự ly 10km.

(2) Trong một trận đánh, thiết giáp hạm Wisconsin đã bắn 36 quả đạn pháo theo chỉ dẫn của RPV. Và, "trong cuộc đấu pháo đầu tiên giữa lính thủy đánh bộ Mỹ và lực lượng Irăc, trận địa pháo Irăc đã bị Pioneer của đại đội 3 RPV lính thủy đánh bộ phát hiện." [JDW, 9-4-2003].

chiến, đồng thời, nơi khẳng định tính hữu dụng của UAV. Nhiều UAV chiến thuật, dù đang phát triển hoặc thử nghiệm đã được triển khai. Trong số này đáng chú ý là CL-289, Brevel, Luna X (Đức), Fox (Pháp) và RQ-1 Predator (Mỹ). RQ-1A bay lần đầu năm 1994, triển khai lần đầu và cũng bị bắn rơi chiếc đầu tiên tại Boxnia năm 1995. Được dùng làm trường thử thực chiến, Ban Căng còn là nơi UAV trinh sát nâng cấp Luna X 2000 của Đức được thử nghiệm thành công.

Đây cũng là nơi đầu tiên chứng kiến UAV rơi với số lượng lớn. Chỉ riêng trong cuộc chiến Côxôvô 1999, đã có tới 21 UAV các loại bị rơi, bằng số tổn thất máy bay lên thẳng hay 1/4 tổng số máy bay có người lái của NATO bị bắn hạ. Số UAV bị rơi này, phần lớn do hỏa lực tầm thấp, kể cả vũ khí bộ binh, và một phần đáng kể do nhiễu điều khiển, nhất là nhiễu đạo hàng GPS.

Chiến tranh Apganixtan 2002 đã dẫn tới sự thừa nhận rằng, UAV có thể là loại máy bay quan trọng nhất trong một cuộc chiến. Nếu Côxôvô cho thấy tính hữu dụng của UAV, thì cuộc chiến Apganixtan cho thấy UAV là không thể thiếu trong việc cung cấp hình ảnh toàn cảnh và liên tục về chiến trường.

Tại Apganixtan, để giữ lợi thế chiến thuật không thể thiếu các phương tiện trinh sát và giám sát chiến trường (R&S) dựa trên các UAV như Global Hawk và Predator. Tại đây, UAV các loại đã tạo khả năng giám sát từ quy mô toàn chiến trường tới từng mục tiêu, cung cấp thông tin giám sát tới từng chỉ huy đơn vị có liên quan. Để bảo vệ các căn cứ không quân tại chỗ, Mỹ sử dụng RQ-2B Sentry Owl/ Desert Hawk, thực chất là một phiên bản Pioneer, từng được sử dụng tại vùng Vịnh 1991. Các đơn vị đóng tại Apganixtan còn được trang bị UAV mini SentriEye mang phóng từ UAV trinh sát Predator. Tại đây, chúng được dùng để phát hiện tên lửa phòng không mang vác.

Bên cạnh bảo đảm chiến đấu, UCAV đã thực sự tham chiến. Lần đầu tiên, RQ-1A Predator đã công kích thành công mục tiêu động bằng tên lửa Hellfire với sự điều khiển của trắc thủ mặt đất và sự hỗ trợ của vệ tinh. Cùng với việc diệt các nhân vật al Qeada di chuyển trên xe tại Yêmen cuối 2002, sự kiện này cho thấy, đã xuất hiện khả năng sử dụng UCAV thay cho máy bay có người lái đắt tiền hơn trong công kích mục tiêu mặt đất.

Cuộc chiến này cũng làm bộc lộ một trong những vấn đề hàng đầu của UAV – khả năng sống còn. Theo ý định, UAV được sử dụng theo cách dễ tổn hại mà không quá e ngại, song không phải để bị tổn thất quá cao vì nhiều lý do, trừ do đối phương. Có tới 25 trong số 85 Predator trong trang bị và 3 trong số 7 Global Hawk bị rơi, chủ yếu do độ tin cậy kém (chỉ 1 chiếc có thể do bị bắn). Nhiều Predator bị tổn thất khi hạ cánh do lỗi trắc thủ.

Chiến tranh Irăc 2003 là cuộc thử nghiệm thực sự việc sử dụng UAV trong tác chiến quân chủng hợp thành, với toàn bộ kho UAV hiện có của Mỹ. Tại đây, trong số 4 Global Hawk đang hoạt động, có 1 chiếc chỉ dùng 5% thời gian bay cho trinh sát độ cao lớn, còn 55% để cung cấp thông tin mục tiêu nhạy cảm thời gian. Nhờ đó, nó góp phần đáng kể giúp máy bay phản lực Mỹ diệt 2 khẩu đội tên lửa đặt trên xe xích Albabil 100 trong chưa tới 30 phút. Điều này được coi là bước nhảy về chất, giúp Mỹ khắc phục chỗ yếu cốt tử – khả năng nhanh chóng định vị mục tiêu cơ động hoặc nhạy cảm thời gian.

Đến lúc này, MQ-1 Predator của không quân Mỹ đã bay tổng cộng 65.000h, một nửa là chiến đấu. Tại Irăc, có tới 32 chiếc Predator được sử dụng, số lượng triển khai lớn nhất cho tới lúc đó. Nó đã diệt 1 hệ pháo phòng không cơ động ZSU-23-4 bằng tên lửa Hellfire. Đây là lần đầu tiên sử dụng phiên bản MQ-1 Predator B, chứ không phải RQ-1 Predator A, với sự bảo đảm của các phương tiện C^3I quân dụng. Hơn nữa, nó cho thấy khả năng dùng UCAV để diệt mục tiêu phòng không cơ động – một phương tiện từng chuyên diệt UAV có hiệu quả trong Chiến tranh Ban Căng 1999.

Predator cũng dùng Hellfire để công kích các mục tiêu như trạm truyền phát TV trong đô thị, nhằm giảm thiệt hại phụ so với bom có điều khiển thông thường. Hellfire mới được tích hợp cho Predator vào đầu 2001, song còn có vô số phương án vũ khí cho UCAV này, trong đó có tên lửa chống radar HARM, tên lửa hành trình tiểu hình ACAAS, tên lửa không đối không Stinger và thậm chí cả tên lửa không đối không Igla (Nga).

Tại Irăc, một lần nữa UAV, đặc biệt là Global Hawk và Predator đã khẳng định vai trò then chốt trong tác chiến mạng trung tâm, cho phép giảm thời gian phản ứng xuống dưới 10 phút. Song, do UAV không có khả năng mang bom đạn xuyên sâu,

trong chiến dịch diệt Sadam Hussein Mỹ đã phải dùng B-1B, dù phản ứng chậm hơn - mất tới 12 phút.

Chiến trường Irăc còn là nơi triển khai và thử nghiệm thực chiến các UAV nhỏ, như Hunter và RQ-7A Shadow 200 – một UAV chiến thuật 138kg, dự kiến thay thế nó. Đây cũng là nơi UAV nhỏ dạng phóng bằng tay (HLUAV) được sử dụng rộng rãi. Chẳng hạn, các UAV mini Dragon Eye và Silver Fox đã được lính thủy đánh bộ Mỹ phối hợp triển khai vào năm 2003. Ngoài trinh sát, giám sát chiến trường và tác chiến điện tử, chúng còn được dùng để tuần tra bảo vệ hạm tàu và căn cứ đóng quân. Hơn thế, một UAV trinh sát siêu mới, được phát triển trong chương trình *"đen"* Skunk Work cũng đã được bí mật triển khai, không hề phối hợp với các máy bay và UAV khác. Đó là một UAV tàng hình, giống hệt UAV Dark Star, được triển khai thực chiến ngay trong giai đoạn trình diễn công nghệ.

Tương tự như tại Ban Căng, Cuộc chiến tranh Irăc 2003, dù đem lại thắng lợi nhanh chóng (tất nhiên, còn lâu mới chắc chắn) song cũng cho thấy nhiều chỗ yếu của UAV. Có thể khẳng định đây là nơi lần đầu tiên số UAV bị rơi còn cao hơn số máy bay có người lái các loại. Có nhiều nguyên nhân, song rất có thể một trong số đó là nhiễu GPS. Cho đến nay, dễ bị nhiễu GPS vẫn là "gót chân Asin" – chỗ yếu chí mạng của UAV cũng như vũ khí dẫn vệ tinh nói chung.

Các cuộc chiến tranh khác tại Trung Đông và Chexnia cũng cho thấy vai trò ngày càng nổi lên của UAV. Với Ixraen, UAV được coi là phương tiện không thể thay thế suốt từ chiến tranh Trung Đông 1973 tới tận những hoạt động của Ixraen tại Bờ Tây thời gian qua. Nhiều UAV, từ Pioneer, Hunter tới Predator vốn là thiết kế của Ixraen trước khi chuyển giao công nghệ cho Mỹ. Cũng như Mỹ, toàn bộ kho UAV tác nghiệp, và thậm chí cả những máy bay thử nghiệm và huấn luyện đều được Ixraen sử dụng cho quân sự.

Tại Bờ Tây, UAV giám sát chiến trường Searcher được sử dụng rộng rãi trong các chiến dịch gần đây. Trong khi cự ly không thành vấn đề thì số giờ bay đã tăng gấp 4. Quân Ixraen giảm thời gian quay vòng giữa các chuyến xuống còn một nửa - 45 phút. Họ định triển khai Hermes 1500 có khối lượng lớn hơn, tải 340kg, độ cao cực đại 10.000m. UAV Heron Tp cũng có thể được đưa vào trang bị; nó có thời gian bay như Hermes 1500, song tải nặng gấp đôi.

Có thể thấy cuộc chiến dai dẳng tại Chexnia chứng kiến vai trò đáng chú ý của UAV Nga. Có ý kiến cho rằng, không phải vệ tinh mà chính UAV trinh sát vô tuyến kỹ thuật (Sigint) của Nga đã đóng vai chính trong việc định vị và diệt trùm khủng bố Dudaev đầu những năm 90. Song vai trò của UAV nổi bật nhất trong chiến dịch cuối năm 2000. Đó là khi Pchela-1 [1] được sử dụng, không chỉ để chỉ thị mục tiêu cho pháo tự hành và máy bay cường kích Su-25 đánh phá trên mặt trận, mà còn chỉ dẫn cho pháo phản lực Smersh pháo kích các kho tàng và nơi tập kết quân ly khai ở chiều sâu tới 100-200km. Nhờ Pchela-1, thời gian phản ứng trong tác chiến pháo binh chỉ còn 2-3 phút; và nhìn chung, góp phần giúp Nga thực hiện thành công chiến thuật binh đoàn nhỏ[2], giải quyết cơ bản Cuộc chiến Chexnia vào năm 2000 với lượng bom đạn chính xác cao chưa đến 5%, tức là còn dưới mức để được gọi là chiến tranh công nghệ cao[3].

Thay phần kết

Với tư cách một trong những phương tiện linh hoạt nhất, nhanh chóng có mặt nhất trên vùng chiến, máy bay không người lái đã thực sự khẳng định vị trí không thể thiếu trên chiến trường, thực sự trở thành một thế lực không thể không tính đến trong bài toán xung đột vũ trang, cũng như bài toán trang bị của các Quốc gia trên Thế giới. Cho đến nay, trong thực chiến mới sử dụng chủ yếu các lớp UAV thay thế và nhỏ, phần lớn làm các chức năng bảo đảm chiến đấu. Máy bay không người lái vũ

---

(1) Còn gọi là DPLA-61 Shtorm-1, là mẫu kế tiếp của DPLA-60S Pchela.

(2) Nếu như trong Chiến tranh Thế giới II tồn tại các binh đoàn cơ động quy mô lớn, điển hình là các tập đoàn quân của Hồng quân, thì tới chiến tranh Triều Tiên và tới tận nay binh đoàn cơ động (GM) thường có quy mô lữ đoàn. Trong khi đó, tại cuộc chiến Chexnia lần II (1999-2000), nhiều trường hợp quân đội Liên bang Nga được tổ chức thành các binh đoàn nhỏ, tinh nhuệ, lấy tiểu đoàn, thậm chí đại đội bộ binh cơ giới làm trung tâm. Đây là bước phát triển mới, đã tỏ ra đặc biệt thành công trong tác chiến vùng núi, chống khủng bố.

(3) Theo E. Fursdon, một trong những tiêu chí để coi một cuộc chiến tranh là chiến tranh công nghệ cao khi ít nhất 6-7% vũ khí công nghệ cao/chính xác cao được sử dụng. [E. Fursdon/ ***Chiến tranh công nghệ cao****//Asia-Pacific Defence Reporter N. 4, 4/1991].*

trang – UCAV mới được sử dụng hạn chế để đánh mục tiêu mặt đất và mặt biển. Song, với sự phát triển của bom đạn mới, chẳng hạn bom cỡ nhỏ, UCAV sẽ có khả năng công kích mục tiêu ngầm kiên cố, và chỉ ngay trong thập kỷ đầu tiên của Thế kỷ XXI rất có thể sẽ xuất hiện các UCAV dùng cho không chiến. Không chỉ thay cho máy bay có người lái, UAV đang có triển vọng thay thế phần đáng kể cho vệ tinh.

Hiện tại, mới chỉ có các UCAV thuộc lớp UAV thay thế. Song trong tương lai gần sẽ xuất hiện máy bay chiến đấu không người lái tiểu hình và vi hình (MAV). Đã có phương án dùng "đàn" MAV vi hình, có khả năng hoạt động trong nhà, dưới sự chỉ huy của một MAV trong đàn, để trinh sát và phá hoại các mục tiêu trọng yếu, như máy tính, anten radar trong sở chỉ huy và trận địa phòng không. Ngoài khả năng bay, các robot đủ rẻ, dễ vận chuyển bằng UAV lớn này còn có thể bò trườn hoặc náu mình cố định tại một vị trí nào đó, để tiết kiệm năng lượng, đồng thời để giữ bí mật và chờ thời cơ trinh sát hoặc tập kích thích hợp.

Do nhỏ nhẹ, không quá phức tạp và giá thành không cao, MAV đang thu hút nhiều labo vừa và nhỏ, với những cách tiếp cận mới và táo bạo. Tại Mỹ, họ đã được Bộ Quốc phòng tận dụng triệt để để phát triển MAV nguyên lý mới, với ý đồ khai thác những công nghệ tiên tiến, phi truyền thống, như công nghệ chế tạo MAV dạng chim và dạng côn trùng đã nêu. Đây cũng là nơi đưa ra ý tưởng chế tạo và sử dụng MAV dưới dạng đàn robot nói trên.

Trong bối cảnh đó, với các nước đang phát triển, mục tiêu của chiến tranh công nghệ cao, việc sử dụng rộng rãi UAV sẽ tiếp tục đẩy họ vào thế bất lợi, không đối xứng hơn nữa. Vì thế, tại các nước này từ lâu vấn đề chống UAV đã được đặt ra, và thực tế đã có những bài học thành công nhất định, mà những tổn thất lớn về UAV tại Ban Căng và Irăc thời gian qua là minh chứng rõ ràng.

Cũng do nhu cầu lớn, giá thành hạ, UAV còn được phát triển mạnh tại các nước đang phát triển, như Ấn Độ, Trung Quốc, và thậm chí những Quốc gia nhỏ như Các tiểu vương quốc Arập thống nhất và Xingapo. Tình hình này đang dẫn tới khả năng là trong xung đột vũ trang tương lai, các cường quốc công nghệ cao chưa hẳn đã chiếm ưu thế tuyệt đối.

13 - XE TĂNG

Xe tăng là loại xe bánh xích, bọc giáp dày và được vũ trang mạnh để diệt mục tiêu trên chiến trường mặt đất. Là trang bị chính của bộ binh cơ giới, và do kết hợp cân đối giữa hoả lực, xung lực và khả năng bảo vệ của vỏ giáp, xe tăng được coi là vũ khí lợi hại nhất của lực lượng mặt đất hiện đại. Xe tăng khác hẳn với các loại xe bọc thép vận tải, chở quân, trinh sát, hoặc pháo tự hành, vì lẽ, không loại xe nào trong số đó có được một cách cân đối tất cả các khả năng như xe tăng. Và chính vì vậy, để phục vụ cho lực lượng xe tăng chiến đấu, người ta dùng chính khung xe tăng sửa đổi để làm các chức năng khác, như bắc cầu, phòng không, pháo tự hành, chỉ huy, cứu hộ xe tăng bị bắn hỏng...

Không thể coi xe tăng là một sáng chế của Thế kỷ XX, vì chiến xa, hay xe trận, là tiền thân của xe tăng. Xe trận với những tấm chắn dày bằng gỗ, dùng ngựa kéo ít nhất đã có từ thời cổ đại. Nhờ chúng, từ cách đây 5.000 năm tại Châu Á người Hán đã đánh thắng người Miêu, một tộc người ở trình độ văn minh cao hơn - thời đại đồ đồng. Tại Châu Âu, tới Thế kỷ XV (năm 1482) mới xuất hiện mẫu xe chiến đấu bọc giáp kín, đẩy bằng sức người, có lỗ Châu mai để bắn súng, do Leonardo da Vinci sáng chế. Do dùng sức người để cơ động, xe chiến đấu cơ động chậm, và thực tế, chưa hề được chế tạo và sử dụng. Với sáng chế ra những động cơ đốt trong đủ nhỏ nhẹ để đặt trên xe, tới năm 1901, xuất hiện xe hơi bọc thép, năm 1911, xuất hiện ý tưởng xe bánh xích - những tiền đề kỹ thuật và công nghệ đầu tiên cho sự ra đời của xe tăng hiện đại.

Được Anh và Pháp cùng độc lập sáng chế năm 1915, đó là loại xe bọc thép tấm, dùng bánh chạy

trên xích để dễ vượt qua mọi địa hình phức tạp, kể cả vượt hào, và được trang bị mạnh với pháo và súng máy. Ở Anh, xe tăng được nghiên cứu, chế tạo và bí mật vận chuyển sang Pháp. Biệt danh xe tăng được đưa ra sau khi để đánh lừa mật vụ Đức, các xe chiến đấu này được chứa trong những kiện hàng có dán nhãn Tank - nghĩa là cái thùng. 49 xe tăng đầu tiên MK1 của Anh đã xuất trận lần đầu tại Somme (Pháp) vào tháng 9/1916. Một năm sau (tháng10/1917), tại trận Cambrai, 400 xe tăng đã được sử dụng tập trung, bất ngờ đột phá sâu tới 10km, điều chưa từng có trong chiến tranh hầm hào trước đây. Như vậy, ngay sau khi ra đời, xe tăng đã được sử dụng ngay trong Chiến tranh Thế giới I, và ngay từ buổi đầu đã được coi là *'bảo bối'* để phá vỡ tình trạng bế tắc của chiến tranh hầm hào (hay trận địa chiến), khi hoả lực dày đặc của súng máy và pháo các loại triệt tiêu tính cơ động trên mặt đất.

Đến Chiến tranh Thế giới II, đã tồn tại ba hạng xe tăng chiến đấu cơ bản - hạng nhẹ, dưới 20 tấn; hạng trung, 20- 40 tấn; và hạng nặng, trên 40 tấn. Do nặng nề, xe tăng hạng nặng được sử dụng khá hạn chế. Trước đó, năm 1936 trong Nội chiến Tây Ban Nha, xe tăng được Đức và Liên Xô sử dụng tập trung; tạo tiền đề cho cách đánh cơ động, tập trung lực lượng (hay vận động chiến), bằng các binh đoàn xe tăng lớn thời Chiến tranh Thế giới II.

Cũng trong Chiến tranh Thế giới II, lần đầu tiên xe tăng được sử dụng cho các chiến dịch mang ý nghĩa chiến lược, như các chiến dịch Kursk, Normandi 1943, chiến dịch công phá Berlin, Mãn Châu Lý 1945. Đặc biệt, trong chiến dịch Kursk đã diễn ra trận đấu xe tăng lớn nhất trong lịch sử, với tổng cộng hơn 6.000 xe tăng của cả hai bên tham chiến. Đây cũng là trận đánh có số xe tăng tiêu hao nhiều nhất. Chỉ tính riêng ngày 13-7-1943, 1.500 xe tăng T-34 Xôviết đã vây diệt tới 400 trong số 600 xe tăng Đức, trong đó chủ yếu là Tiger (*Con cọp*), mẫu xe tăng tiên tiến nhất của Đức Quốc xã lúc bấy giờ. Như vậy là, cùng với việc chuyển từ trận địa chiến sang vận động chiến, xe tăng đã thay cho pháo chiếm địa vị độc tôn với tư cách là vũ khí chủ yếu trên chiến trường mặt đất.

Sau Chiến tranh Thế giới II, xe tăng đã được coi là xương sống của các binh đoàn lục quân cơ động, cơ giới hoá, và do đó luôn được phát triển cả về lượng lẫn về chất. Đến những năm 60, xuất hiện cách phân loại hiện đại như ngày nay, theo đó, xe tăng được phân chia thành xe tăng chủ lực và xe tăng nhẹ. Xe tăng chủ lực, có khối lượng khoảng 27-52 tấn, được dùng thay cho cả xe tăng hạng trung và hạng nặng. Xe tăng hạng nhẹ 9-25 tấn với pháo chính 76-90mm, trừ xe Sheridan (Mỹ) dùng pháo chính kiêm ống phóng tên lửa 152mm. Đặc biệt, trong hạng xe tăng nhẹ, có nhiều mẫu được thiết kế thành xe tăng lội nước, có khả năng chiến đấu trên địa hình nhiều sông suối, và nhất là khả năng trực tiếp đổ bộ từ hướng biển.

Cũng như các vũ khí trang bị khác, vai trò và sự phát triển của xe tăng trải qua nhiều thăng trầm, dưới tác động của vô số các yếu tố, nhiều khi trái ngược nhau. Ngay từ đầu những năm 50, chiến tranh Lạnh với cuộc chạy đua chế tạo vũ khí hạt nhân, hoá học và sinh học với tư cách những vũ khí huỷ diệt hàng loạt, đặc biệt là vũ khí hạt nhân, đòi hỏi phải tạo ra các phương tiện phòng hộ tập thể cho kíp xe, mà có lẽ thịnh hành hơn cả là hệ thống lọc khí kiêm điều hoà không khí. Trong lĩnh vực vũ khí chống tăng thông thường, đạn lõm, nhất là đạn lõm trên cỡ nòng mang trên tên lửa (hay đạn phản lực) chống tăng không điều khiển, đã phát triển nhanh đến nỗi tới tận cuối những năm 60, sức xuyên của đạn vẫn vượt xa khả năng chống xuyên của vỏ giáp xe tăng. Tại Việt Nam, chính nhờ vũ khí nhỏ nhẹ này, trong Chiến dịch Junction City (Tây Ninh) đầu năm 1967, lần đầu tiên chiến thuật sử dụng xe tăng đội hình lớn bị phá sản. Trên 500 xe tăng và xe bọc thép đã bị tiêu diệt, chủ yếu do hoả lực bộ binh nhẹ B-40 (RPG-2) bắn gần, phần lớn dưới 40m. Cũng chính tại Việt Nam, lần đầu tiên bao cát, và thậm chí cả thân cây chuối đã được đặt trên xe tăng để chống đạn, gợi ý mở đầu cho sự phát triển của cái gọi là giáp treo sau này. Mối đe doạ trên không, nhất là của máy bay và máy bay lên thẳng, dẫn tới việc bố trí súng máy phòng không như một trang bị tiêu chuẩn trên xe tăng, cũng như mở ra sự phát triển tăng thiết giáp phòng không.

Sự phát triển của xe tăng, một mặt dẫn đến những phát triển của các vũ khí trang bị đi kèm với nó, như xe bọc thép và pháo tự hành. Mặt khác, nó cũng đem lại những phương tiện chống tăng mới, trong số đó, đáng chú ý là máy bay cường kích chống tăng và máy bay lên thẳng. Trong Chiến tranh vùng Vịnh năm 1991, lần đầu tiên máy bay

lên thẳng được sử dụng quy mô lớn để công kích xe tăng, và cũng là lần đầu tiên có tới 170 xe tăng (của Iraq) bị máy bay lên thẳng diệt trong một trận.

Tuy nhiên, nhu cầu tăng cường, mở rộng tính năng chiến đấu và khả năng đáp ứng mà cuộc cách mạng công nghệ đem lại vẫn tiếp tục tạo ra diện mạo hoàn toàn mới cho xe tăng. Nhu cầu bảo vệ xe tăng chịu tác động hầu như trực tiếp của vũ khí chống tăng. Ngoài sự phát triển của sức xuyên vượt ngưỡng tăng độ dày vỏ giáp nêu trên, còn phải kể tới tác động của cái gọi là vũ khí hạt nhân thế hệ III, với khả năng sát thương nhân lực trong xe mà không phá hoại xe, nhờ tạo ra các neutron chậm, cảm ứng từ vỏ thép. Tình hình đó đã dẫn tới sự phát triển các mẫu vỏ giáp mới, phi kim loại. Từ những năm 70, trên Thế giới đã xuất hiện nhiều loại vỏ giáp rất khác nhau về phương thức bảo vệ, chống các loại đạn lõm nhiều lượng nổ nối tiếp, đạn động năng cao, như giáp nhiều tầng, giáp nhiều lớp, giáp phản ứng nổ, giáp điện. Giáp nhiều tầng gồm các tầng vỏ giáp đặt cách nhau một khoảng nhất định, một điển hình là giáp hai lớp, ngăn cách nhau bằng một khoang nhiên liệu như trên xe tăng Merkava của Ixraen. Trong khi đó, giáp nhiều lớp hay giáp phức hợp lại gồm nhiều lớp vật liệu khác nhau, từ chất dẻo cốt sợi thủy tinh, gốm cốt sợi cácbon, nhằm tăng sức chống xuyên cho vỏ giáp chính bên ngoài, như trên các xe tăng Challenger II của Anh, hoặc M1 của Mỹ. Ngoài ra, tháp pháo và giáp chính diện của xe tăng thường được tăng cường các tấm giáp phản ứng nổ, thực chất là những lượng nổ nhỏ, có tác dụng làm lệch hướng hoặc vô hiệu hóa luồng phụt của đạn lõm. Ngoài tạo khói nguỵ trang, đã xuất hiện các phương tiện bảo vệ chủ động cho xe tăng, mà hệ thống tự động cảm biến và phóng chùm tên lửa đánh chặn đạn Arena của Nga là một trong những phương tiện tiên tiến nhất hiện đang được sử dụng.

Về vũ khí chính cho xe tăng, đang có khuynh hướng tăng cỡ nòng pháo lên tới 140mm hoặc hơn nữa, với pháo nòng nhẵn, dùng để bắn đạn động năng ở tầm gần (trên dưới 2.000m) và phóng tên lửa ở tầm xa hơn. Những đề án phát triển pháo động năng mới, như pháo thuốc phóng lỏng, pháo điện từ, bên cạnh những ứng dụng cho vũ khí vũ trụ, được cho là khá viển vông, song cũng chủ yếu nhằm ứng dụng trên pháo tăng (Xem thêm *Pháo*).

Về hệ thống động lực, do suất tiêu hao nhiên liệu quá lớn của động cơ tuabin khí, khuynh hướng dùng chúng thay cho động cơ diesel trong xe tăng dường như đang chững lại.[(1)] Đang xuất hiện những đề án phát triển xe tăng điện, thậm chí toàn điện, dùng điện năng cho cả phân hệ động lực, bảo vệ (giáp điện) lẫn vũ khí. Tuy nhiên, gần đây hơn đang có những ý tưởng phát triển hệ thống động lực lai - dùng động cơ diesel kéo motor điện. Hiện tại, ý tưởng này mới chỉ được đề xuất cho xe bọc thép, song do sức hấp dẫn của nó, rất có thể chỉ trong một thời gian ngắn nữa sẽ được đưa lên xe tăng.

Đáng chú ý là các phân hệ bảo vệ/ phòng hộ, vũ khí và động lực trên xe tăng sẽ được tích hợp với nhau, qua một hệ thống điều khiển chuyên dùng cho xe tăng, gọi là hệ Vetronics, tương tự như hệ thống điều khiển bay Avionics trên máy bay. Ngoài ra, khuynh hướng tàng hình hóa cũng đang được xem xét với tăng thiết giáp. Đã có pháo tự hành tàng hình, mà một trong những mẫu điển hình là pháo PzH 2000 của Đức. Người ta cho rằng rất có thể xe tăng tàng hình cũng sẽ sớm xuất hiện.

Hiện tại, xe tăng vẫn là phương tiện độc tôn, không thể thay thế trong tác chiến trên bộ, và do đó vẫn đang không ngừng phát triển. Những xe tăng hiện đại nhất hiện nay là Leclerc của Pháp, Challenger II của Anh, T-90 của Nga và M1 A2 của Mỹ. Nếu như xe tăng T-90 của Nga được coi là xe tăng có sức sống còn cao nhất với hệ thống phòng hộ chủ động Arena nổi tiếng, thì M1 A2 nổi tiếng với giáp bổ trợ urani nghèo, được xem là đạn lõm bắn không thủng. Tuy nhiên, trong cuộc Chiến tranh Iraq 2003 một trong những xe tăng M1 đã bị đạn chống tăng phá hỏng. Thậm chí sau khi làm bị thương một thành viên kíp xe, đạn còn đủ sức xuyên sang thành bên kia. Và trớ trêu là xe đã bị loại khỏi vòng chiến bởi một quả đạn chống tăng phản lực RPG-7, một trong những vũ khí chống tăng phổ biến nhất Thế giới, mặc dù được coi là đã lạc hậu.

---

(1) *Theo số liệu của báo chí quân sự Mỹ, trong cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991, tiêu hao nhiên liệu mỗi ngày cho một sư đoàn xe tăng M1 đủ để đưa sư đoàn tiến từ Normandi tới Berlin trong chiến tranh Thế giới II.*

14 - VŨ KHÍ HỦY DIỆT HÀNG LOẠT

Vũ khí huỷ diệt hàng loạt (WMD) - còn có tên vũ khí huỷ diệt lớn - nhìn chung là một thuật ngữ để chỉ các vũ khí hạt nhân, sinh học, hóa học và phóng xạ. Thuật ngữ này nảy sinh từ năm 1937, khi đề cập đến vụ ném bom thảm sát tại Guernica,[1] Tây Ban Nha. Sau các vụ ném bom Hiroshima và Nagasaki tại Nhật Bản, cũng như những diễn tiến suốt thời kỳ Chiến tranh Lạnh, nó ngày càng được dùng phổ biến để chỉ những vũ khí phi quy ước. Đồng nghĩa với thuật ngữ WMD, người ta còn sử dụng các thuật ngữ như vũ khí nguyên tử, sinh học và hóa học (ABC); vũ khí hạt nhân, sinh học và hóa học (NBC); và vũ khí hoá học, sinh học, phóng xạ và hạt nhân (CBRN); mặc dù trong số này vũ khí hạt nhân vẫn luôn được coi là có tiềm năng lớn nhất trong hủy diệt hàng loạt. Lối nói này được sử dụng rộng rãi trong mối liên quan tới cuộc xâm lược Iraq năm 2003 của các lực lượng đa Quốc gia do Mỹ cầm đầu.

Có thể nói, vũ khí nguyên tử, và vũ khí hạt nhân cũng như phóng xạ, là hệ quả trực tiếp của cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật, cái đã giúp loài người chinh phục được nguồn năng lượng lớn chưa từng thấy. Vì thế, chúng được xếp vào thế hệ vũ khí thứ năm, tức là còn hiện đại hơn các vũ khí tự động (liên thanh) ra đời cuối Thế kỷ XIX.

Nhìn chung, các vũ khí WMD đều mang đặc điểm huỷ diệt lớn không lựa chọn. Do có tác động hủy diệt không lựa chọn, nên chính mối lo sợ vũ khí WMD đã có tác dụng định hình các chính sách và các hoạt động chính trị, thúc đẩy các phong trào xã hội. Thái độ ủng hộ hoạt động phát triển, hoặc ngược lại kiểm soát vũ khí WMD là khác biệt nhau trên bình diện Quốc gia cũng như Quốc tế. Song nhìn chung, người ta chưa hiểu rõ bản chất của những mối đe doạ này, một phần bởi vì thuật ngữ đã bị chính giới và giới truyền thông trên Thế giới sử dụng một cách không chính xác.

Trên tờ ***Time (Thời báo)*** Anh, số ra ngày 28-12-1937, lần đầu tiên thuật ngữ vũ khí hủy diệt hàng loạt được đưa ra trong bài báo nói về vụ ném bom Guernica của không quân Đức: "*Hiện nay ai có thể không e sợ rằng cuộc chiến tranh khác một khi đã xảy ra thì liệu sẽ được tiến hành với tất cả những vũ khí mới có sức hủy diệt hàng loạt hay không?*" Điều này nói về vụ ném bom san phẳng Guernica, mà trong đó tới 70% thị trấn bị tiêu hủy. Lúc đó, vũ khí hạt nhân chưa hề tồn tại, song vũ khí sinh học đã được nghiên cứu, còn vũ khí hóa học đã được sử dụng rộng rãi. Năm 1946, ngay sau các vụ Hiroshima và Nagasaki, Liên hợp quốc đã ra Nghị quyết đầu tiên về vấn đề này. Đó là nghị quyết thành lập Uỷ ban năng lượng nguyên tử (tiền thân của Cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế IAEA ngày nay) và dùng các từ ngữ: "*... vũ khí nguyên tử và mọi vũ khí khác có thể gây hủy diệt hàng loạt.*"

Từ đó, thuật ngữ *"vũ khí WMD"* được sử dụng rộng rãi trong cộng đồng kiểm soát vũ khí. Các thuật ngữ bộ ba vũ khí nguyên tử, sinh học và hóa học (ABC), và sau đó là bộ ba vũ khí hạt nhân, sinh học và hóa học (NBC) dần dần được đưa ra. Công ước về vũ khí sinh học và độc tố năm 1972 đã dứt khoát đưa các vũ khí sinh học và hóa học vào khuôn khổ vũ khí WMD: "*Tin chắc tầm quan trọng và tính cấp bách của vấn đề loại trừ khỏi kho vũ khí của các Quốc gia, thông qua những biện pháp hữu hiệu, những vũ khí hủy diệt hàng loạt nguy hiểm như những vũ khí sử dụng các tác nhân hóa học hoặc vi trùng (sinh học).*" Định nghĩa mở rộng này cũng được sự bảo đảm của Nghị quyết 687 Liên hợp quốc 1991, và Công ước vũ khí hóa học 1993.

Thuật ngữ WMD đã được sử dụng lệch lạc từ đầu chiến tranh lạnh (chủ yếu để chỉ vũ khí hạt nhân) cho đến tận 1990. Sau đó, trong chiến tranh vùng Vịnh 1991, nó đã được chính giới và giới truyền thông đại chúng cải tử hoàn sinh và sử dụng phổ biến, mặc dù có hơi hướng khá lỗi thời. Nó được sử dụng suốt những năm 90 khi đề cập tới yêu cầu tiếp tục trừng phạt và ngăn chặn Iraq bằng quân sự. Thuật ngữ vũ khí WMD, gộp vũ khí thuộc những phạm trù rất khác biệt nhau thành một nắm (vũ khí

(1) Guernica là một thị trấn tại xứ Basque. Vụ ném bom Guernica diễn ra vào ngày 26-4-1937 trong nội chiến Tây Ban Nha, do phi đoàn Đức Quốc xã Condor Legion thực hiện. Đây là lần đầu tiên trong lịch sử, xuất hiện một vụ ném bom đánh vào vùng dân cư với mục đích rõ ràng là hủy diệt toàn bộ. Theo ước tính của Chính phủ Basque, được coi là sát thực tế nhất lúc đó, có ít nhất 1.650 người bị tử vong, trong đó phần lớn là người già, phụ nữ và trẻ em. [http://en.wikipedia.org/wiki/Bombing of Guernica].

hóa học và sinh học khác hẳn vũ khí hạt nhân), về cơ bản là một cách dùng từ mang tính chính trị chứ không phải là quân sự; và hoàn toàn có thể nhất trí rằng việc phục hồi và sử dụng thuật ngữ WMD trong giai đoạn 1990-2003 rõ ràng nhằm các mục đích chính trị. Cách dùng từ này đã đạt đến đỉnh cao với cuộc khủng hoảng giải trừ vũ khí Iraq năm 2002 về sự tồn tại có trích dẫn của vũ khí hủy diệt hàng loạt tại Iraq, cái đã trở thành lý lẽ chính biện minh cho cuộc xâm lược Iraq năm 2003. Do sử dụng quá nhiều, Hội phương ngữ Hoa Kỳ đã bầu chọn WMD là từ của năm vào năm 2002, và trong năm 2003, Đại học bang Lake Superior đã bổ sung thuật ngữ WMD vào danh mục các thuật ngữ bị tẩy chay do "*sử dụng sai, lạm dụng và nói chung là vô dụng.*"

Ngày nay, thuật ngữ vũ khí WMD hàm chứa những sự vật khác nhau với những người khác nhau. Được sử dụng rộng rãi nhất là định nghĩa về vũ khí hạt nhân, sinh học và hóa học (NBC), mặc dù không hiệp định hoặc luật lệ Quốc tế nào chứa đựng một định nghĩa có căn cứ pháp lý. Ngược lại, luật pháp Quốc tế đã được sử dụng cho những phạm trù vũ khí cụ thể trong phạm vi vũ khí hủy diệt hàng loạt, chứ không phải cho vũ khí WMD nói chung.

Thuật ngữ viết tắt NBC được dùng khi đề cập tới các hệ thống phòng hộ trên tăng thiết giáp, vì cả ba vũ khí đều liên quan tới các độc tố khó nhận biết có thể truyền lan qua khí quyển và có thể phòng tránh cho xe bằng các hệ thống lọc khí. Tuy nhiên, đang có một luận chứng thuyết phục rằng vũ khí hạt nhân không thuộc cùng phạm trù với các vũ khí hóa học, sinh học hoặc phóng xạ - là những thứ có tiềm năng huỷ diệt hạn chế (và gần như không đáng kể, xét về thuộc tính), trong khi vũ khí hạt nhân có sức hủy diệt cực kỳ to lớn và bản thân chúng thuộc một lớp vũ khí hoàn toàn khác biệt.

Định nghĩa NBC cũng đã được dùng trong các văn kiện chính thức của Mỹ, do tổng thống Mỹ, Cục tình báo trung ương (CIA), Bộ quốc phòng, và Văn phòng tổng kiểm toán Mỹ sử dụng.

Các văn kiện khác còn mở rộng định nghĩa vũ khí WMD sang bao trùm cả vũ khí phóng xạ hoặc vũ khí quy ước (thông thường). Giới quân sự Mỹ coi vũ khí WMD là:

Những vũ khí có khả năng gây ra mức độ huỷ diệt cao và/hoặc được sử dụng theo cách nhằm giết hại một số lượng lớn dân chúng. Vũ khí hủy diệt hàng loạt có thể là những vũ khí hạt nhân, sinh học, hóa học và phóng xạ, song không tính các phương tiện vận chuyển hoặc phóng rải vũ khí vì những phương tiện ấy là một bộ phận có thể tách rời và có thể phân chia của vũ khí. [http://www.dtic.mil/doctrine/jet/new pubs/jp1 02.pdf]

Trong khi trong phòng thủ dân sự Mỹ, hiện phạm trù này bao gồm các vũ khí hóa học, sinh học, phóng xạ, hạt nhân và thuốc nổ (CBRNE), với định nghĩa vũ khí WMD là:

(1) Bất kỳ chất nổ, chất cháy, hơi độc, bom, lựu đạn hoặc rocket nào có một liều thuốc phóng trên bốn ounce [113g], tên lửa có một lượng chất nổ hoặc chất cháy nào trên một phần tư ounce [7g], hoặc mìn hay một phương tiện tương tự với các phương tiện trên.

(2) Hơi độc.

(3) Bất kỳ vũ khí nào liên quan tới một sinh vật gây bệnh.

(4) Bất kỳ vũ khí nào được thiết kế để phóng rải bức xạ ở mức nguy hiểm cho đời sống con người. [18 U.S.C. Section 2332a]

Cục FBI Mỹ cũng coi những vũ khí thông thường (như bom) là vũ khí WMD: "*Một vũ khí vượt qua ngưỡng WMD khi hậu quả việc phóng rải nó vượt trên khả năng của những người ứng phó tại chỗ.*" Gustavo Bell Lemus, phó Tổng thống Columbia gọi các hỏa khí nhỏ là vũ khí WMD vì số thương vong do đạn nhọn "*khiến cho tất cả những hệ thống vũ khí khác đều trở nên nhỏ bé - và trong hầu hết các năm đều vượt xa số nạn nhân của những quả bom nguyên tử đã tàn phá Hiroshima và Nagasaki.*"

Chuyên gia về vũ khí hóa học Gert G. Harigel chỉ coi vũ khí hạt nhân là vũ khí hủy diệt hàng loạt thực sự, vì "*chỉ có vũ khí hạt nhân là hoàn toàn không lựa chọn do công suất nổ, bức xạ nhiệt và độ phóng xạ của chúng, và vì vậy chỉ có thể gọi chúng là vũ khí hủy diệt hàng loạt*". Ông muốn gọi các vũ khí hóa học và sinh học là "*vũ khí khủng bố*" khi nhằm đánh vào dân thường và "*vũ khí đe dọa*" đối với binh lính. Lời khai của một trong những người lính như thế cũng có quan điểm tương đồng.

Một điều kiện bổ sung thường được ngầm áp dụng cho vũ khí WMD là chúng phải được sử dụng ở cấp chiến lược. Nói cách khác, chúng được thiết

kế để *"có tác động áp đảo hẳn so với quy mô và hiệu quả của bản thân vũ khí"* [http://www.timesonline.co.uk/article/0,,7813-991589,00.html]

Theo luật pháp Mỹ, thuật ngữ này đã được mở rộng thông qua việc áp dụng các điều 18 U.S.C. 2332a và điều 18 U.S.C. 921 đi kèm để bao hàm các phương tiện trên thực tế chứa bất kỳ tác nhân độc hại hoặc chất nổ nào vượt quá một phần tư ounce (7g). Các bản cáo trạng và luận tội về sở hữu và sử dụng bom ống, bom giầy, gai xương rồng tẩm độc tố botulin (chất gây ngộ độc thịt), vân vân, đều đã nằm trong quan hệ pháp lý này.

Trong khi chính giới và giới truyền thông đại chúng đều gộp chung mọi loại hình vũ khí WMD với nhau dưới hình thức những mối đe dọa, song chúng khác nhau về mức độ phát triển, khả năng tàn phá, và bản chất của tàn phá ấy. Dù nguy hiểm, song vũ khí hóa học còn gây chết người ít hơn vũ khí quy ước; vũ khí sinh học hiếm khi gây hại. Cho tới nay, vũ khí nguyên tử vẫn vượt xa tác động tiềm tàng của những vũ khí WMD khác. Đây là những khác biệt quan trọng trong việc đánh giá mức độ sát thương tiềm tàng, và chính những khác biệt về mức thương vong này đã khiến người ta chỉ trích việc coi các vũ khí hóa học và sinh học là vũ khí WMD.

Vấn đề phát triển và sử dụng vũ khí WMD được các hiệp ước và công ước Quốc tế dưới đây chi phối, mặc dù không phải tất cả các Quốc gia đều ký kết và phê chuẩn. Đó là:

- Hiệp ước không phổ biến hạt nhân (NPT)

- Hiệp ước cấm thử [vũ khí hạt nhân] toàn diện (CTBT)

- Công ước vũ khí sinh học và độc tố (BWC)

- Công ước vũ khí hóa học (CWC)

Trong năm 1996, Toà án Quốc tế đã đưa ra một ý kiến tham vấn liên quan tới việc sử dụng và đe dọa sử dụng vũ khí hạt nhân. Đây là một tuyên bố có giá trị pháp lý song không ràng buộc về luật pháp. Theo đó, bất kỳ việc đe dọa sử dụng vũ lực, hoặc sử dụng vũ lực nào, bằng phương tiện vũ khí hạt nhân đều là trái với điều 2, khoản 4 của Hiến chương Liên hợp quốc, hoặc không phù hợp với mọi yêu cầu của điều 51 đều là bất hợp pháp.

Được Hội đồng bảo an thông qua vào 28-4-2004, Nghị quyết 1540 Liên hợp quốc coi các vũ khí hạt nhân, hóa học và sinh học, cũng như phương tiện phóng rải chúng là mối đe dọa đối với hòa bình và an ninh Quốc tế. Nó kêu gọi các Quốc gia phải nỗ lực hơn nữa để hạn chế việc phổ biến những vũ khí này.

Vũ khí hủy diệt hàng loạt, đặc biệt là vũ khí hạt nhân, hiếm khi được sử dụng vì việc dùng chúng về bản chất là một cách *"chuốc lấy"* đòn trả đũa WMD, điều đến lượt nó sẽ leo thang thành một cuộc chiến tranh có sức tàn phá đến nỗi, có thể tiêu diệt phần lớn cư dân trên Thế giới. Trong thời Chiến tranh Lạnh, tri thức này ngày càng được hiểu như là việc tiêu diệt lẫn nhau chắc chắn và là lý do chính khiến cho chiến tranh không nổ ra giữa các siêu cường quốc hạt nhân Mỹ và Liên Xô.

Vũ khí hủy diệt hàng loạt hiện đang được sử dụng để biện minh cho Học thuyết Bush - tiến công trước vào các *"Quốc gia xấu"* được cho là có nguy cơ sở hữu hoặc đang phát triển WMD. Những người phản đối học thuyết này lưu ý rằng chính Mỹ mới là Quốc gia đang sở hữu kho vũ khí WMD lớn nhất Thế giới, và là nước duy nhất đã từng sử dụng vũ khí hạt nhân tùy hứng (tại Hiroshima và Nagasaki). Ngược lại những người khác cho rằng chiến lược này chỉ nhằm vào những kẻ có ý đồ gây nguy hiểm và rằng tất cả các cường quốc hạt nhân hiện nay đều không có ý định sử dụng vũ khí WMD trừ phi hoàn cảnh bắt buộc, trong khi không hề có đảm bảo tương tự nào với những Quốc gia như Bắc Triều Tiên.

Có 8 nước sở hữu vũ khí hạt nhân, trong đó chỉ có 5 nước tham gia Hiệp ước NPT.

- Các Quốc gia được biết hoặc được thừa nhận sở hữu vũ khí hạt nhân gồm: Anh, Ấn Độ, Ixraen, Mỹ, Nga, Pakistan, Pháp và Trung Quốc.

- Các Quốc gia đã tiếp cận vũ khí hạt nhân thông qua các hiệp ước chia sẻ vũ khí hạt nhân: Bỉ, Đức, Hà Lan, Thổ Nhĩ Kì và Ý.

- Các Quốc gia hiện bị nghi ngờ là đang sở hữu hoặc phát triển năng lực hạt nhân gồm: Bắc Triều Tiên và Iran.

- Những Quốc gia từng sở hữu vũ khí hạt nhân gồm: Bạch Nga, Nam Phi, cũng như Kazakhstan và Ucraina sau khi Liên Xô tan vỡ.

Mối lo sợ vũ khí WMD, hoặc sợ bị đe dọa đã giảm bớt nhờ sở hữu vũ khí WMD, từ lâu đã được sử dụng để tạo ra sự ủng hộ của công chúng đối với

các chính sách WMD khác nhau. Chúng bao gồm cả việc phát động chiến dịch, cũng như việc tạo sự ủng hộ chính trị rộng rãi đối với vấn đề ủng hộ hoặc phản đối vũ khí WMD. Nó được dùng như một thuật ngữ thông dụng, hoặc để tạo ra một văn hóa của khiếp sợ. Nó còn được dùng một cách nhập nhằng, đặc biệt là bằng cách không phân biệt giữa các loại hình vũ khí WMD khác nhau. Một chương trình truyền hình thương mại, gọi là *Daisy*, khi cổ vũ cho ứng cử viên Tổng thống Đảng Dân chủ Lyndon Johnson trong cuộc bầu tổng thống năm 1964 đã nhờ đến mối lo sợ chiến tranh hạt nhân và đã là một yếu tố trong cuộc bầu cử Johnson sau đó. Gần đây hơn, mối lo sợ vũ khí WMD tiềm tàng của Iraq đã được George W. Bush, bằng thủ đoạn không trung thực, tạo ra sự ủng hộ của công chúng cho cuộc xâm lược Iraq năm 2003. Tài liệu tham khảo về vũ khí WMD của Iraq nói chung, chẳng có gì trừ vài hệ thống vũ khí ít nguy hiểm dù có tồn tại (vũ khí hóa học và sinh học), đã được coi là một yếu tố trong các luận cứ của Bush. Kết quả là, trong phong trào chống chiến tranh chữ viết tắt WMD được người ta diễn dịch thành "*weapons of mass deception*" (vũ khí đánh lừa hàng loạt).

14.1. VŨ KHÍ HẠT NHÂN

Vũ khí hạt nhân là phạm trù vũ khí dựa trên cơ sở ứng dụng hiệu ứng hạt nhân, hay phản ứng dây chuyền hạt nhân, nhiệt hạch và/hoặc phân hạch. Do năng lượng giải phóng từ phản ứng hạt nhân là cực kỳ lớn, nên ngay cả một vũ khí hạt nhân công suất nhỏ cũng mạnh hơn nhiều so với những lượng nổ thông thường lớn nhất, và chỉ một quả bom hạt nhân cũng có khả năng huỷ diệt cả một đô thị. Với vũ khí hạt nhân, lần đầu tiên có khả năng thực hiện đòn tiến công đạt kết quả chiến lược mà không cần các chiến dịch quân sự, đòi hỏi huy động nhiều lực lượng và phương tiện chiến tranh. Song cũng với vũ khí hạt nhân, lần đầu tiên xuất hiện khả năng tiêu diệt lẫn nhau chắc chắn, không còn ai tồn tại để chiến thắng. Đó là một nghịch lý về sức mạnh không thể kiểm soát của vũ khí hạt nhân, nguồn sức mạnh khổng lồ do chính con người tạo ra.

Dựa trên dạng phản ứng, vũ khí hạt nhân được chia thành vũ khí phân hạch và vũ khí nhiệt hạch. Vũ khí phân hạch còn gọi là vũ khí nguyên tử, hay nôm na là ***bom A*** (*A là chữ viết tắt của từ Atom- nghĩa là nguyên tử*), dựa trên phản ứng phân hạch, hay phân chia hạt nhân của các nguyên tố nặng như U^{235} và P_{u}^{239}. Vũ khí nhiệt hạch, còn gọi là bom khinh khí hay ***bom H*** (*H là chữ viết tắt của Hydro*), dựa trên phản ứng nhiệt hạch, hay phản ứng tổng hợp hạt nhân của các đồng vị hydro là deutri (D hay H^2) và triti (T hay H^3).

Vũ khí hạt nhân còn được phân nhóm theo đương lượng nổ, tức là theo công suất của khối lượng thuốc nổ quân dụng TNT (Trinitrotoluene) tương đương. Hai đơn vị tính công suất nổ hạt nhân thường gặp là kiloton (viết tắt là Kt)- tương đương với sức nổ của 1.000 tấn TNT, và megaton(Mt)- tương đương với 1.000.000 tấn TNT. Theo cách phân nhóm trên, bom đạn hạt nhân được chia thành 5 nhóm : cực nhỏ (dưới 1Kt), nhỏ (1-10Kt), trung bình (10-100Kt), lớn (100Kt-1Mt) và cực lớn (trên 1Mt). Theo đó hai quả bom hạt nhân được sử dụng tại Hiroshima (15kt) và Nagasaki (20t) chỉ thuộc nhóm trung bình.

Theo quan điểm lịch sử vũ khí, vũ khí hạt nhân được xếp vào vũ khí thế hệ năm. Tuy nhiên, bản thân sự phát triển của nó cũng đã trải qua nhiều giai đoạn. Tương ứng, vũ khí nguyên tử hay phân hạch được liệt vào thế hệ I, vũ khí khinh khí hay nhiệt hạch được liệt vào thế hệ II, còn vũ khí hạt nhân hiệu ứng trội phát triển sau này được liệt vào thế hệ III.

Phản ứng nổ hạt nhân giải phóng trong vòng vài mươi phần triệu giây một năng lượng khổng lồ, chẳng hạn, 1kg P_{u}^{239} có thể giải phóng một nhiệt lượng tương đương 22 triệu kilowat. Quả bom hạt nhân đầu tiên được ném xuống Hiroshima có công suất 15Kt, tức là tương đương sức nổ của 15.000 tấn thuốc nổ TNT. Và theo tính toán, 3 quả bom cỡ 1Mt sẽ giải phóng năng lượng tương đương 3 triệu tấn thuốc nổ TNT, hay tương đương công suất của toàn bộ số bom được sử dụng trong suốt cuộc Chiến tranh Thế giới II. Do sức công phá lớn như vậy, vũ khí hạt nhân là phương tiện chiến tranh đầu tiên có khả năng tác động ở quy mô chiến lược; đặc biệt, khi được mang phóng bằng tên lửa hạng nặng.

Ngoài sóng xung kích như lượng nổ thông thường, vũ khí hạt nhân còn có nhiều tác động tức thời và lâu dài khác; như nhiệt và quang sinh ra từ cầu lửa (tại tâm nổ nhiệt độ có thể lên tới 10 triệu

^{0}C, nóng gấp 5 lần nhiệt độ ở tâm mặt trời), gió, bão lửa, bức xạ và bụi phóng xạ, cũng như nhiều tác động có hại lâu dài khác tới khí hậu, tầng ozone và sinh vật. Tại Hiroshima, chỉ riêng bức xạ hạt nhân đã gây tử vong tức thì ở cự ly cách tâm nổ tới 1,4km. Do chu kỳ bán huỷ khá dài của các đồng vị phóng xạ nguy hiểm, như stronti và cesi tới 30 năm nên bụi phóng xạ là một trong những nguyên nhân gây tác động lâu dài tới môi trường. Do tác động huỷ diệt to lớn như vậy, vũ khí hạt nhân được xếp vào lớp vũ khí huỷ diệt hàng loạt, và là vũ khí nguy hiểm nhất trong bộ ba vũ khí huỷ diệt hàng loạt, hay bộ ba vũ khí NBC (hạt nhân, sinh học và hoá học), (xem *Vũ khí hủy diệt hàng loạt*).

Lịch sử vũ khí hạt nhân gắn liền với lịch sử phát triển ngành vật lý hạt nhân. Hiện tượng phân hạch hạt nhân trên urani-235 đã được nhà vật lý Đức Hahn chứng minh năm 1939. Một năm sau đó, vấn đề tạo plutoni-239 bằng cách dùng neutron bắn phá urani-238 đã được McMillan thực hiện. Lúc này, khả năng phân chia hạt nhân trên các nguyên tố cụ thể đã trở thành hiện thực, và các nước trong cả hai phe đều dốc sức cho các chương trình *vũ khí bí mật*. Đến 7-1945, quả bom nguyên tử đầu tiên được thử thành công tại Mỹ trong khuôn khổ một chương trình mang mật danh Dự án Manhattan, với người thiết kế là Oppenheimer, được coi là *"cha đẻ của bom nguyên tử"*. Sau đó, bom nguyên tử được chế tạo thành công lần lượt tại Liên Xô - 1949, Anh - 1952, Pháp - 1960 và Trung Quốc - 1964.

Do khó tạo điều kiện phản ứng nên vũ khí nhiệt hạch ra đời chậm hơn. Để có phản ứng nhiệt hạch phải có một năng lượng khổng lồ, và trong thực tế, bom khinh khí đã được mồi nổ bằng một quả bom nguyên tử. Đến 1952 Mỹ thử thành công quả bom khinh khí đầu tiên. Song chỉ 1 năm sau, độc quyền đó đã bị Liên Xô làm mất; và chỉ ít lâu sau, công nghệ chế tạo bom khinh khí đã được làm chủ lần lượt tại các nước Anh-1957, Trung Quốc- 1967 và Pháp- 1968.

Như vậy, mặc dù Chiến tranh Thế giới II đã chấm dứt song cuộc chạy đua chế tạo vũ khí hạt nhân vẫn tiếp diễn trên quy mô ngày càng lớn. Cùng với nó là cuộc chạy đua chế tạo các phương tiện mang phóng chúng, từ máy bay ném bom hạng nặng tầm xa, tên lửa đường đạn chiến lược, tới tàu ngầm hạt nhân mang tên lửa đường đạn và tên lửa hành trình. Trong bối cảnh đó, đã xuất hiện hàng loạt các phương tiện phòng tránh hạt nhân, mà điển hình là những hầm chống bom nguyên tử tại Mỹ và nhiều nơi trên Thế giới. Các vũ khí trang bị thông thường cũng phải được chế tạo sao cho có thể hoạt động trong điều kiện có sử dụng vũ khí hạt nhân. Cho đến những năm 70, loài người đã tạo ra cả một kho vũ khí hạt nhân khổng lồ, riêng của Mỹ và Liên Xô đã lên tới trên 20.000 đầu đạn, với tổng công suất 6.000-7.000Mt, đủ để *tiêu diệt loài người 50 lần* hay *tạo ra một mùa Đông hạt nhân kéo dài 100 năm, đủ để huỷ diệt cuộc sống của mọi sinh vật bậc cao trên hành tinh*. Vì vậy, Chiến tranh Hạt nhân Tổng lực một khi đã xảy ra thì sẽ là *"cuộc chiến không có người thắng"*.

Từ những năm 70, đã xuất hiện cái gọi là vũ khí hạt nhân thế hệ III. Đó là các vũ khí như bom neutron, bom điện từ, bom áp suất, mà cách gọi tên dựa theo hiệu ứng trội của phản ứng hạt nhân. Chẳng hạn, bom neutron là loại bom hạt nhân được thiết kế sao cho sản phẩm chính của phản ứng là tạo ra nhiều neutron, trong khi lượng phóng xạ giảm đi đáng kể. Vì tác động ô nhiễm là có hạn nên chúng được coi là *bom sạch*; và do có công suất nhỏ (thường cỡ 1Kt trở lại) chúng được xếp vào nhóm *vũ khí hạt nhân chiến thuật*. Sự phát triển vũ khí hạt nhân theo hướng giảm nhỏ công suất này là vô cùng nguy hiểm. Vì cũng từ những năm 70 đã xuất hiện cái gọi là vũ khí thông thường công nghệ cao, có khả năng diệt tới 1-4 sư đoàn cơ giới với một phương tiện mang phóng - tức là tương đương sức huỷ diệt của một bom hạt nhân cỡ 1Kt. Điều đó khiến nguy cơ sử dụng vũ khí hạt nhân trở nên lớn hơn bao giờ hết.

Tới những năm 80 đã xuất hiện các đề án chế tạo lượng nổ hạt nhân mini, dùng để cấp năng lượng cho các vũ khí khác, như vũ khí chùm hạt, vũ khí lade. Đã xuất hiện các đề án chế tạo vũ khí hạt nhân *thô*, trong đó vật liệu hạt nhân, chẳng hạn P_u^{239}, có thể được rải bằng chất nổ thông thường để gây ô nhiễm. Người ta cũng nghe nói về việc làm bom nguyên tử (tự tạo) của một cá nhân hoặc một nhóm khủng bố nào đó. Trong điều kiện công nghệ và nguyên liệu hạt nhân rò rỉ tứ tung như ngày nay, nhất là từ các nước thuộc Liên Xô trước đây, khó có thể nói khả năng nêu trên có mang tính hiện thực hay không.

Đặc biệt, trong khi phía Mỹ đang thổi phồng nỗi sợ hãi vũ khí hạt nhân, cũng như vũ khí hủy diệt

hàng loạt nói chung, để tạo cớ gây chiến tranh, như đã xảy ra tại vùng Vịnh; thì lại có những Quốc gia như Iran và Bắc Triều Tiên, cố tìm cách làm chủ công nghệ hạt nhân, cũng như công nghệ vũ khí hạt nhân, như một vũ khí ngăn đe.

Trong lịch sử chiến tranh, vũ khí hạt nhân mới được sử dụng trong hai trường hợp, đều diễn ra vào những ngày kết thúc Chiến tranh Thế giới II. Trong tháng 8/1945, Mỹ đã thả bom nguyên tử xuống hai Thành phố Nhật Bản- Hiroshima (bom 15Kt) và Nagasaki (20Kt), với những hậu quả to lớn và kéo dài tới tận ngày nay.[1] Song hàng trăm cuộc thử nghiệm và những sự cố khác gắn liền với cuộc chạy đua vũ khí hạt nhân còn tạo ra những hậu quả nghiêm trọng hơn nhiều, cả cho môi trường sống lẫn con người, mà số liệu về chúng cho đến nay mới chỉ được tiết lộ phần nào. Thí dụ, việc sử dụng urani nghèo - một phụ phẩm của công nghiệp chế tạo vũ khí hạt nhân - trong bom đạn thông thường (thanh xuyên đạn động năng và tấm lót phễu nổ đạn lõm) đã gây tổn hại môi trường, sức khoẻ cũng như sinh mạng không chỉ cho cư dân nơi bị tiến công mà cả cho những binh lính tham gia tiến công, như đã diễn ra tại Ban Căng và vùng Vịnh.

MÙA ĐÔNG HẠT NHÂN VÀ CÁC KỊCH BẢN KHÁC

Năm 1982, tổng thống Reagan đưa ra tuyên bố rằng Mỹ phải thực hiện cái gọi là Sáng kiến phòng thủ chiến lược hay sáng kiến SDI, vì "chiến tranh hạt nhân là có thể xảy ra." Ngay sau đó, cộng đồng khoa học trên Thế giới đã lập tức tiến hành nhiều công trình nghiên cứu về tác động mang tính thảm họa của chiến tranh hạt nhân. Đã có hàng loạt kịch bản khác nhau được đưa ra. Dưới đây là hai trong số những kịch bản nổi tiếng nhất và được trích dẫn nhiều nhất: Mùa Đông hạt nhân và Mùa hè hạt nhân.

(1) Sự kiện đầu tiên diễn ra vào 06/08/1945, khi Mỹ thả quả bom urani mang mật danh Little Boy xuống thành phố Hiroshima, Nhật Bản. Sự kiện thứ hai diễn ra ba ngày sau, quả bom plutoni mang mật danh Fat Man được thả xuống thành phố Nagasaki. Hai quả bom đã làm chết tức khắc 120.000 người (tới 95% là dân thường). Còn số người chết sau đó lớn gấp đôi. Số người còn sống được gọi là hibakusha, theo tiếng Nhật nghĩa là "người chịu tác động của bom." Nhiều ý kiến cho rằng vụ ném bom này là một vụ giết người hàng loạt không cần thiết. Song cũng có ý kiến biện hộ rằng nó buộc Nhật sớm đầu hàng vô điều kiện, đỡ tốn xương máu cho cả hai bên(?!).

MÙA ĐÔNG HẠT NHÂN

Mùa Đông hạt nhân là một giả thuyết về điều kiện khí hậu toàn cầu do hậu quả của chiến tranh hạt nhân quy mô lớn.Thời tiết sẽ trở nên cực kỳ lạnh do một lượng lớn vũ khí hạt nhân nổ, đặc biệt là tại những nơi dễ hỏa hoạn, như các đô thị, tạo ra một lượng khói bụi khổng lồ trên tầng bình lưu của trái đất.

Lớp khói bụi này sẽ làm giảm đáng kể lượng ánh sáng đi tới mặt đất, và sẽ tồn lưu trong khí quyển tới hàng tuần lễ hoặc thậm chí hàng năm (khói và bồ hóng do các nhiên liệu chứa dầu hỏa và chất dẻo hấp thụ ánh sáng Mặt Trời mạnh hơn nhiều so với khói từ gỗ cháy). Tro bụi sẽ được gió chí tuyến thổi từ Tây sang Đông vận chuyển đi, tạo thành một dải đồng nhất các hạt tế vi bao bọc bắc bán cầu từ 30° tới 60° vĩ Bắc. Những lớp khói đen dày đặc này có thể ngăn phần lớn ánh sáng Mặt Trời trong thời gian vài tuần lễ, khiến nhiệt độ bề mặt trái đất giảm đi tới 20°C trong dịp này.

Sự kết hợp giữa bóng tối và sương giá chết chóc, cộng với lượng phóng xạ cao do bụi hạt nhân, đã phá hoại nghiêm trọng đời sống của thực vật trong vùng. Cái lạnh khủng khiếp, mức phóng xạ cao và sự tàn phá trên quy mô lớn của các cơ sở hạ tầng công nghiệp, y tế và vận tải gắn liền với hoạt động cung cấp lương thực và mùa màng sẽ gây ra tử vong hàng loạt do đói khát, nhiễm xạ và bệnh tật. Cũng phải thấy rằng oxit nitơ do vụ nổ tạo ra cũng sẽ làm nghèo tầng ozone, như từng quan sát thấy trong những vụ nổ nhiệt hạch đầu tiên. Các hiệu ứng thứ cấp do nghèo kiệt tầng ozone (và đi đôi với nó là bức xạ cực tím tăng lên) sẽ trở nên đáng kể, với những tác động tới sự sống còn của các cây lương thực thiết yếu nhất của con người cũng như làm gián đoạn chuỗi thức ăn trên đại dương do các thực vật phù du bị tiêu diệt.

Một nỗ lực dự đoán những tác động khí tượng của một cuộc chiến tranh hạt nhân quy mô lớn là công trình nghiên cứu "TTAPS" (chữ tắt tên các tác giả, R. P. Turco, O. B. Toon, T. P. Arkerman, J. B. Pollack, và Carl Sagan). Nhóm tác giả đã linh cảm thấy phải soạn thảo ra tài liệu này bởi những tác động làm lạnh do những cơn bão bụi trên sao Hỏa và để tính toán các hiệu ứng họ đã sử dụng một mô hình đơn giản hóa hai chiều về khí quyển trái đất, trong đó giả thiết rằng các điều kiện trên một vĩ độ

đã cho là hằng định. Sự đồng nhất với các tính toán phức tạp hơn là ở chỗ mô hình khí quyển được sử dụng trong công trình TTAPS có thể đã ước lượng quá cao mức độ làm lạnh mặc dù lượng ước tính quá này vẫn chưa rõ. Mặc dù dư luận rộng rãi đều nhất trí rằng một cuộc chiến tranh hạt nhân như thế sẽ có tính tàn phá khủng khiếp, song nó tàn phá cuộc sống trên Trái đất nói chung đến mức độ nào vẫn là điều gây tranh cãi.

MÙA HÈ HẠT NHÂN

Mùa Hè hạt nhân là một kịch bản giả thuyết nảy sinh từ chiến tranh hạt nhân, về cái sẽ diễn ra sau khi có mùa Đông hạt nhân. Theo kịch bản này, lượng mưa trong tầng bình lưu sẽ tăng lên, gây ra hiệu ứng nhà kính làm bề mặt trái đất ấm lên. Các vụ nổ hạt nhân cũng tạo ra oxit nitơ, cái sau đó sẽ làm nghèo kiệt tầng ozone bao quanh trái đất. Tầng này sẽ mất khả năng che chắn bức xạ tử ngoại từ mặt trời, điều sẽ phá hoại nghiêm trọng các hình thức sống trên mặt đất. Mức độ hấp thụ của ozone cũng tác động tới việc gia nhiệt cho tầng bình lưu, khiến hiệu ứng gia nhiệt nhà kính thêm mãnh liệt.

14.2. VŨ KHÍ NEUTRON

Vũ khí neutron là một dạng vũ khí hạt nhân hiệu ứng trội, trong đó yếu tố sát thương chủ yếu của nó là luồng neutron nhanh, hay neutron năng lượng cao gây ra.

Nguyên lý hoạt động của vũ khí neutron dựa trên các phản ứng dây chuyền phân chia và tổng hợp hạt nhân. Phản ứng dây chuyền phân chia hạt nhân có tác dụng nung nóng các chất ban đầu lên đến vài chục triệu độ C, tạo điều kiện cho phản ứng tổng hợp hạt nhân xảy ra sau đó. Như vậy, thực chất vũ khí neutron là vũ khí nhiệt hạch công suất nhỏ (đương lượng nổ cỡ 1Kt). Về cấu tạo, nó gồm hệ sơ cấp là một lượng nổ hạt nhân phân hạch dùng plutoni (Pu) và hệ triti (T). Hai hệ trên được đặt tại hai tiêu điểm của lớp phản xạ hình elip tròn xoay, cấu tạo từ những chất hầu như trong suốt đối với neutron, như sắt và berili.

Khi nổ, hệ sơ cấp tạo thành plasma và bức xạ tia X mạnh đến mức khởi phát được phản ứng nhiệt hạch. Phần lớn năng lượng nổ được bức xạ vào không gian xung quanh, dưới dạng luồng neutron nhanh. Luồng neutron nhanh gây sát thương chủ yếu cho sinh lực trong xe tăng, xe bọc thép, hầm trú ẩn... chưa được bảo vệ chống neutron.

Việc chế tạo vũ khí neutron được tiến hành ở Mỹ từ những năm 60, dưới dạng các đầu nổ dùng cho tên lửa Lance và pháo 203mm. Đầu những năm 80, Mỹ tiếp tục nghiên cứu chế tạo đầu đạn neutron dùng cho pháo 155mm.

Năng lượng bức xạ của vũ khí neutron mạnh gấp 6 – 8 lần so với năng lượng neutron của vũ khí phân hạch (phân chia hạt nhân) cùng công suất. Các yếu tố sát thương khác của vũ khí này giảm xuống đáng kể, tuy vậy, không thể coi là được triệt tiêu, mà vẫn còn có tác dụng nhất định. Do đó, không bao giờ có vũ khí neutron "*sạch*" như báo chí phương Tây vẫn rêu rao. Ví dụ, so với vũ khí phân hạch dùng công suất, thì bức xạ nhiệt của vũ khí neutron ít hơn 50%, sóng xung kích giảm 50% và bán kính sát thương do sóng xung kích và bức xạ nhiệt giảm 1,25 lần.

Về bức xạ neutron, cách tâm nổ 1.000m (với lượng nổ1Kt) bức xạ neutron vẫn còn khoảng vài nghìn Rad. Với bức xạ 450 – 2.000 Rad, con người chỉ có khả năng làm việc trong những giờ đầu sau khi bị chiếu xạ. Sau vài tuần lễ, hầu như 100% bị chết vì bệnh bức xạ.

Một đặc điểm nguy hiểm nữa của vũ khí này là gây phóng xạ cảm ứng. Bản chất của hiện tượng là: dưới tác động của luồng neutron nhanh, vật chất xung quanh, kể cả vũ khí trang bị và cơ thể con người đều trở thành các chất đồng vị phóng xạ với các chu kỳ bán rã rất khác nhau.

Để bảo vệ quân đội và vũ khí trang bị chống neutron, đã có nhiều công trình nghiên cứu khác nhau như chế tạo các vật liệu, các chất sơn phủ đặc biệt (polyetin, polyetylen...) kết hợp với các dung dịch hấp thụ neutron, bê tông nhựa chứa hydro... Đáng chú ý là sự ra đời của vũ khí neutron, là một trong những nguyên nhân thúc đẩy việc chế tạo vỏ giáp nhiều lớp, trong đó có các lớp vật liệu nhẹ cho xe tăng hiện đại.

14.3. TÁC CHIẾN HÓA HỌC

Tác chiến hóa học là dạng thức tác chiến sử dụng độc tính của các hóa chất để sát thương hoặc làm mất năng lực hành động của đối phương, đồng

thời bảo vệ cho quân nhà trước các tác nhân hóa học độc hại.

Phương tiện đặc thù để tiến hành tác chiến hóa học là vũ khí hóa học. Đó là loại vũ khí gây sát thương dựa trên tác động của chất độc hóa học (còn gọi là tác nhân hóa học) lên cơ thể người. Vũ khí hóa học bao gồm chất độc hóa học, phương tiện mang chất độc hóa học và phương tiện đưa chất độc đến mục tiêu. Theo tác dụng độc lý, các chất độc hóa học được chia thành các nhóm chất độc: kích thích toàn thân, loét da, ngạt thở, thần kinh và các chất độc tâm thần. Ngoài ra, các chất diệt cỏ được sử dụng với mục đích quân sự, mặc dù được xếp vào nhóm tác nhân sinh học, song cũng cực kỳ nguy hiểm. Chúng không chỉ có tác dụng phá hoại mùa màng, phát quang rừng rậm, mà còn gây những hiệu quả nghiêm trọng và lâu dài cho môi sinh và gây nhiều bệnh hiểm nghèo cho con người trong nhiều thế hệ (Xem *Tác chiến sinh học và Chiến dịch Ranch Hand*).

Khác với việc sử dụng vũ khí quy ước (thông thường) hoặc vũ khí hạt nhân, hiệu ứng huỷ diệt của vũ khí hóa học không dựa vào năng lượng nổ. Việc dùng sinh thể (như khuẩn bệnh than) để tiến công không thuộc phạm trù tác chiến hóa học mà thuộc tác chiến sinh học. Tuy nhiên, theo các điều khoản của Công ước vũ khí hóa học việc sử dụng cho chiến tranh các sản phẩm độc hại do sinh thể tạo ra (các độc tố botulinum, ricin hoặc saxitoxin) được coi là tác chiến hóa học. Theo công ước, bất kỳ hóa chất độc hại nào, dù nguồn gốc ra sao, cũng được coi là vũ khí hóa học trừ phi được sử dụng cho những mục đích không bị cấm (một định nghĩa quan trọng, được coi là Tiêu chuẩn chung về mục đích).

Vũ khí hóa học được Liên hợp quốc xếp vào phạm trù vũ khí hủy diệt hàng loạt, và việc sản xuất và tàng trữ chúng được Công ước vũ khí hóa học 1993 coi là bất hợp pháp.

Mặc dù hóa học chiến thô sơ đã được thực hiện tại mọi nơi trên Thế giới từ hàng ngàn năm nay, song tác chiến hóa học *"hiện đại"* đã bắt đầu xuất hiện trong Chiến tranh Thế giới I. Ban đầu đó là việc sử dụng những hóa chất đã biết, sẵn có về thương mại, như khí clo và phosgene. Phương pháp phóng rải các tác nhân này cũng khá thô sơ và không hiệu quả lắm.

Đức là bên tham chiến đầu tiên triển khai tác chiến hóa học trên chiến trường, đơn giản chỉ bằng cách mở các hộp chứa clo, dùng gió phát tán hơi độc. Ngay sau đó, Pháp đã chế tạo ra đạn pháo nạp phosgene - một phương pháp hiệu quả hơn nhiều, nhờ đó, pháo đã trở thành phương tiện chính để phóng rải vũ khí hóa học.

Sau sự phát triển của tác chiến hóa học trong Chiến tranh Thế giới I, các Quốc gia đã theo đuổi hoạt động nghiên cứu và phát triển vũ khí hóa học, trong bốn lĩnh vực chính: tác nhân mới và độc hại hơn; phương pháp đưa (phát tán) tác nhân tới mục tiêu hiệu quả hơn; phương tiện phòng chống vũ khí hóa học tin cậy hơn; và phương tiện phát hiện tác nhân hóa học nhạy hơn và chính xác hơn.

Hóa chất dùng trong tác chiến hóa học được gọi là tác nhân tác chiến hóa học (CWA), ở nhiệt độ trong phòng thường có dạng khí hoặc chất lỏng dễ bay hơi. Hơi do chúng tạo ra mang độc tính, vì thế thuật ngữ *"hơi độc"* được dùng để mô tả một vũ khí hóa học được triển khai dưới dạng hơi. Nhiều tác nhân hóa học được chế tạo dưới dạng dễ bay hơi, nhờ đó có thể nhanh chóng lan toả trên diện rộng.

Dưới đây ta xem xét đôi nét về tác chiến hóa học trong lịch sử.

Tác chiến hóa học thời cổ. Từ hàng ngàn năm nay vũ khí hóa học đã được sử dụng dưới dạng chông độc và mũi tên độc, song trong thời cổ đại ta cũng thấy sự tồn tại của một số dạng vũ khí hóa học khá cao cấp.

Một điển hình về tác chiến hóa học là những xã hội săn bắn hái lượm thời kỳ đồ đá mới (10.000 năm Tr. CN), gọi là người San. Họ dùng tên tẩm độc, với mũi tên bằng gỗ, xương hoặc đá tẩm các chất độc lấy từ môi trường xung quanh. Chúng chủ yếu được lấy từ nọc rắn hoặc bò cạp, cũng như cây cỏ độc. Mũi tên được bắn vào mục tiêu đã chọn, thường là một con linh dương, rồi người đi săn bám theo cho đến khi con vật gục ngã.

Từ Thế kỷ IV Tr. CN, ghi chép của các môn đệ Mặc Tử (478-392 Tr. CN) đã mô tả việc dùng bễ để bơm hơi độc do đốt hoàn đan chứa hạt cải và những cây cỏ độc khác vào các đường hầm do quân vây hãm đào. Thậm chí, những bản Hán văn cổ hơn, khoảng 1000 năm Tr. CN, cũng có hàng trăm đơn pha chế khói độc hoặc gây chảy nước mắt dùng trong chiến tranh. Từ đó, người ta biết về *"mê thảo"* và việc tung vôi bột lên không để trấn áp một cuộc khởi nghĩa nông dân năm 178 S. CN.

Ở phương Tây, việc sử dụng hơi độc sớm nhất được ghi lại là vào Thế kỷ V Tr. CN, trong cuộc Chiến tranh Peloponnesian giữa Athen và Sparta. Quân Sparta bao vây đô thị Athen đã đặt dưới tường thành một hỗn hợp cháy gồm củi, hắc ín và lưu huỳnh để khói độc khiến người Athen bị mất sức chiến đấu, không thể chống lại cuộc tiến công diễn ra sau đó. Sparta không phải là bên duy nhất áp dụng chiến thuật khác thường này. Nghe nói tướng Solon của Athen đã từng sử dụng rễ cây lê lư (cây trị điên) để hạ độc một đường ống dẫn nước từ Sông Pleistrus trong cuộc bao vây Cirrha năm 590 Tr.C.N.

Tái phát hiện tác chiến hóa học. Trong thời Phục hưng, người ta lại tính đến việc áp dụng tác chiến hóa học. Một trong những tài liệu khảo cứu sớm nhất là của Leonardo da Vinci, người đã đề nghị dùng bột thư hoàng (sulfide of arsenic) và gỉ đồng trong Thế kỷ XV:

Ném bột độc xuống thuyền ga lê (thuyền sàn thấp, chạy bằng cả buồm lẫn mái chèo). Bột phấn, thư hoàng và bột gỉ đồng có thể ném xuống thuyền địch nhờ thạch pháo (máy bắn đá) nhỏ, và tất cả những ai hít phải bột độc sẽ bị ngạt thở.

Không rõ, liệu thứ bột này có được sử dụng trong thực tế hay không.

Trong những cuộc hãm thành Thế kỷ XVII, các đạo quân vây hãm thường gây hỏa hoạn bằng cách bắn đạn cháy nhồi lưu huỳnh, mỡ, nhựa thông, san-pet (nitrat kali) và antimon. Thậm chí cả khi lửa không cháy thì thứ khói và muội này cũng gây hoảng loạn đáng kể.

Năm 1672, trong cuộc vây hãm thành Groningen, Christoph Berhard van Galen đã dùng một số phương tiện gây nổ và cháy khác nhau, kể cả cà độc dược, để tạo khói độc. Chỉ ba năm sau, vào 27/8/1675, Pháp và Đức đã ký hiệp ước Strasbourg, trong đó có điều khoản cấm sử dụng các phương tiện độc hại *"gian dối và đáng ghét"*.

Năm 1854, Lyon Playfair, một nhà hóa học Anh đã đề xuất việc dùng đạn pháo nhồi cacodyl cyanide bắn tàu chiến địch như là một cách để thoát ra khỏi tình trạng bế tắc trong cuộc vây hãm Sevastopol. Đề án này được đô đốc hải quân Anh Thomas Cochrane ủng hộ. Nó cũng được thủ tướng Anh, huân tước Palmerston xem xét, song Bộ Binh khí Anh đã phản đối, coi đây là *"cách làm chiến tranh tồi tệ chẳng kém gì việc đầu độc giếng nước đối phương"*. Phản ứng của Playfair đã được dùng để biện minh cho tác chiến hóa học trong Thế kỷ sau:

Việc phản đối này chẳng sáng suốt chút nào. Nạp vào đạn pháo thứ kim loại nóng chảy nổ văng vào đối phương, và tạo ra những cách chết khủng khiếp nhất lại được coi là chính đáng. Thế thì sẽ là phiến diện khi cho rằng việc dùng hơi độc giết chết con người không đau đớn lại bị coi là làm chiến tranh không chính đáng. Chiến tranh là huỷ diệt, và càng huỷ diệt nhiều với đau đớn ít nhất thì phương pháp tàn bạo để bảo vệ chủ quyền Quốc gia càng sớm chấm dứt. Chắc chắn sẽ đến lúc hóa học được dùng để giảm bớt đau đớn cho người chiến binh, và thậm chí cả cho những tội phạm thụ án tử hình.

Sau này, trong Nội chiến Mỹ, John Daughty - một giáo viên trung học New York đã đề xuất việc tập kích khí clo. Clo lỏng được nạp vào đạn pháo 10 inch (254mm), mỗi quả 2-3 lít, tạo ra vài mét khối khí clo. Kế hoạch của Daughty đã không hề được thực hiện.

Tác chiến hóa học trong Chiến tranh Thế giới I. Pháp là nước đầu tiên sử dụng vũ khí hóa học - hơi cay mustard. Ngày 22-4-1915, tác nhân hóa học - hơi clo - được Đức sử dụng trên quy mô lớn lần đầu, trong trận Ypres, đánh vào quân Pháp, Canada và Algery. Số người chết không nhiều, song số bị thương rất lớn. Tổng cộng, cả hai bên đã sử dụng tới 324.000 tấn tác nhân hô hấp, gây cay và rộp da, trong đó có clo, phosgene và mustard. Theo số liệu chính thức, có tới 85.000 người chết và 1.176.500 người bị thương do tác nhân hóa học.

Tới nay, khi đào bới tại những khu chiến sự hoặc kho tàng, người ta vẫn gặp bom đạn hóa học thời Chiến tranh Thế giới I, và chúng vẫn tiếp tục là mối đe dọa đối với dân chúng Bỉ và Pháp. Sau chiến tranh, hầu hết số tác nhân hóa học chưa sử dụng của Đức được đổ xuống Biển Baltic. Theo thời gian, vỏ đạn bị nước mặn huỷ hoại, khiến mustard rò khỏi nơi chứa tràn vào bờ dưới dạng một thứ sáp cứng màu hổ phách. Thậm chí ở trạng thái rắn như vậy, nó vẫn có hoạt tính cao, ai đụng chạm vào cũng bị bỏng nặng.

Sau Chiến tranh Thế giới I, Mỹ và nhiều cường quốc Châu Âu tiếp tục giành và giữ thuộc địa. Các tác nhân hóa học vẫn được sử dụng để đàn áp dân chúng và trấn áp các cuộc nổi dậy tại đây.

Sau thất bại của Thổ Nhĩ Kỳ năm 1917, chính phủ sụp đổ, đế quốc bị phân chia cho các cường quốc thắng trận trong Khối Hiệp ước Sèvres. Anh chiếm vùng Mesopotamia (nay là Iraq) và thiết lập một chính phủ thuộc địa.

Năm 1920, người Arab và người Kurdish tại Mesopotamia đã nổi lên chống ách chiếm đóng của Anh, đòi Anh phải đối xử thân thiện hơn. Khi lực lượng kháng chiến Mesopotamia đã mạnh lên, Anh ngày càng phải dùng đến các biện pháp đàn áp, và bản thân Winston Churchill, với vai trò Bộ trưởng bộ thuộc địa, đã cho phép sử dụng các tác nhân hóa học, nhất là hơi cay, để chống lại những kháng chiến quân Mesopotamia. Chính sự phản đối của người dân Anh và những khó khăn kỹ thuật đã ngăn việc sử dụng hơi độc tại Mesopotamia (đây là vấn đề giới sử học vẫn đang chưa thống nhất). Vũ khí hóa học đã gây ra nhiều cảnh khủng khiếp trong Chiến tranh Thế giới I đến nỗi việc sử dụng chúng đã bị dân chúng khi đó coi là hành động cực kỳ tàn bạo. Trên thực tế, năm 1925 đã có tới mười sáu nước lớn trên Thế giới ký Công ước Geneva, cam đoan mãi mãi không sử dụng các phương thức tác chiến bằng hơi độc hoặc vi trùng. Mặc dù Mỹ đã kýcông ước này, song đến tận năm 1975 thượng viện mới phê chuẩn.

Trong Chiến tranh Marốc 1921-1927, liên quân Tây Ban Nha và Pháp đã thả bom mustard để đàn áp phong trào nổi dậy của người Berber. Trong chiến tranh Italia - Abyssini lần thứ hai, năm 1935 nước Italia Phát xít đã dùng hơi mustard trong cuộc xâm lược Ethiopia. Phớt lờ Công ước Geneva đã ký từ bảy năm trước, quân đội Italia thả bom, rải hơi độc từ máy bay, và trên mặt đất. Được biết, đã có tới 15.000 nạn nhân, chủ yếu do hơi mustard.

Trong Chiến tranh Thế giới II, tác chiến hóa học đã được cách mạng hóa do Đức Quốc xã bất ngờ tìm ra các tác nhân thần kinh tabun, sarin và soman. Bọn Nazi đã phát triển và chế tạo hàng loạt một số tác nhân, song tác chiến hóa học không được cả hai phe sử dụng rộng rãi. Các tài liệu tìm được cho thấy tình báo Quốc xã tưởng phe Đồng minh đã có các hợp chất này, khi cắt nghĩa rằng việc các chất này không được báo chí khoa học đề cập tới cho thấy thông tin về chúng đã được che dấu. Rút cục, Đức quyết định không sử dụng những tác nhân mới, vì sợ phe Đồng minh trả đũa bằng hơi độc thần kinh.

Trong cuốn *Sự thăng trầm của đệ tam Quốc xã* (Đức), William L. Shirer cho biết bộ chỉ huy tối cao Anh đã tính tới việc sử dụng vũ khí hóa học như biện pháp phòng thủ cuối cùng trong trường hợp bị Nazi xâm lược.

Trong chiến tranh, mặc dù không triển khai trên quy mô lớn, song vũ khí hóa học vẫn được các nước phe Trục sử dụng, khi không sợ trả đũa:

- Nhật đã dùng hơi mustard và tác nhân rộp da lewisit chống Trung Quốc. Ngoài ra, Nhật còn triển khai tác chiến sinh học, bằng cách gieo rắc các vi khuẩn tả, lị, thương hàn, dịch hạch và bệnh than. Tới tận 2005, tức là 60 năm sau khi chiến tranh kết thúc, tại các vị trí công trình người ta vẫn đào phải những kiện hàng do quân Nhật tháo chạy bỏ lại, khiến nhiều người bị thương vong.

- Năm 1944, Đại giáo trưởng Jerusalem, Amin al Husayni, một đồng minh thân cận của Adolf Hitler, đã cho tiến hành một cuộc tập kích hóa học không thành vào cộng đồng Do Thái tại Palestine. Năm lính dù được giao việc đổ các thùng *"bột trắng mịn"* do Đức sản xuất vào hệ thống cấp nước của thành phố Tel Aviv. Sau này chỉ huy cảnh sát khu Fayiz Bey Idrissi nhớ lại, *"Báo cáo của phòng thí nghiệm cho biết mỗi thùng chứa một lượng chất độc đủ để sát hại 25.000 người, và ít nhất có 10 thùng"*.

- Bọn Nazi còn dùng thuốc trừ sâu Zyklon B, chứa hydrogen cyanide, để giết hàng loạt nạn nhân trong các trại tập trung người Do Thái như Auschwitz và Majdanek.

Tác chiến hóa học sau Chiến tranh Thế giới II. Do phát hiện được đạn pháo chứa ba loại tác nhân thần kinh của Đức thời đó (tabun, sarin và soman), tất cả các nước Đồng minh đều đẩy mạnh nghiên cứu chất độc thần kinh. Mặc dù suốt thời Chiến tranh Lạnh, mối đe dọa huỷ diệt nhiệt hạch vẫn in đậm trong tâm trí hầu hết mọi người, song chính phủ các nước phương Tây và Liên Xô vẫn dành những nguồn lực khổng lồ để phát triển các vũ khí hóa học và sinh học.

Năm 1952, lục quân Mỹ đã cấp bằng sáng chế cho một quy trình *"chế tạo ricin độc"*, công bố một phương pháp sản xuất độc tố mạnh này. Cũng trong năm 1952, các nhà nghiên cứu tại Porton Down, Anh, đã sáng chế ra tác nhân thần kinh VX song đã sớm từ bỏ dự án. Năm 1958, Anh đã bán công nghệ VX cho Mỹ để đổi lấy thông tin về vũ khí nhiệt hạch.

Năm 1961, Mỹ đã sản xuất một lượng lớn VX và tiến hành nghiên cứu tác nhân thần kinh riêng, tạo ra thêm ít nhất ba tác nhân nữa. Cả bốn tác nhân này được gọi chung là các chất độc thần kinh *"nhóm V"* (VE, VG, VM và VX).

Những năm 60, Mỹ đã sử dụng thăm dò các tác nhân làm mất sức chiến đấu anticholinergic delerient. Một trong số này, mang ký hiệu vũ khí BZ, đã được dùng thử trong Chiến tranh Việt Nam. Đặc biệt, trong một chiến dịch gọi là Ranch Hand, kéo dài từ 1961 tới 1971, Mỹ đã cho rải các chất diệt cỏ, trong đó có cái gọi là *"chất màu da cam"*, chứa một lượng đáng kể hợp chất kịch độc dioxin, nhằm *"làm Việt Cộng không còn chỗ ẩn nấp"*. Mặc dù được xếp vào dạng tác chiến sinh học, và chỉ nhằm tác động đến cây cỏ, song cho đến nay, *"chất màu da cam"* đã có tác động về di truyền đến thế hệ thứ ba của những người đã bị ảnh hưởng, cả dân chúng trong vùng lẫn những quân nhân Mỹ tham gia rải chất diệt cỏ. Và cũng cho đến nay, tại các căn cứ hoặc kho tàng cũ của Mỹ ở Việt Nam, thỉnh thoảng vẫn phát lộ các thùng hóa chất, tiếp tục gây ô nhiễm nặng nề cho môi trường và con người.

Thời gian từ 1967 đến 1968, Mỹ quyết định loại bỏ những vũ khí hóa học lạc hậu trong cái gọi là Chiến dịch CHASE, nghĩa là *"đào sâu chôn chặt"*. Trong chiến dịch, chúng được đưa lên các tàu đặc biệt rồi đánh chìm trên biển. Năm 1969, 23 quân nhân và nhân viên dân sự Mỹ tại Okinawa, Nhật, đã bị phơi nhiễm chất độc thần kinh khi sơn lại kho tàng. Do giữ bí mật với Nhật, số vũ khí này đã gây ra một sự cố Quốc tế. Năm 1971, chúng được chuyển tới đảo san hô Johnston.

Năm 1980, Liên hợp quốc đã bắt đầu nghiên cứu về giải trừ vũ khí hóa học. Ngày 04-04-1984, tổng thống Mỹ Ronald Reagan kêu gọi cấm vũ khí hóa học trên quy mô Quốc tế. Ngày 01-06-1990, tổng thống Mỹ H. W. Bush (cha) và nhà lãnh đạo Liên Xô Mikhail Gorbachev đã ký hiệp định song phương về chấm dứt sản xuất vũ khí hóa học và bắt đầu tiêu huỷ kho vũ khí hóa học của cả hai. Công ước vũ khí hóa học (CWC) đa phương trên cơ sở này đã được ký kết năm 1993 và có hiệu lực từ năm 1997.

Mãi gần đây người ta mới biết diễn tiến và khuynh hướng phát triển vũ khí hóa học của Liên Xô. Sau khi Liên Xô tan rã, nhà hóa học Nga Vil Mirzayanov mới tiết lộ những thử nghiệm vũ khí hóa học bí mật tại đây. Mirzayanov cho biết Liên Xô đã tiến hành phát triển các tác nhân thần kinh thậm chí còn độc hại hơn, phần lớn đã thành công vào giữa những năm 80. Trong tài liệu công khai, chúng được gọi là các tác nhân *"gây rụng lá"* (foliant) với các mã hiệu như A-230 và A-232.

Theo Mirzayanov, những tác nhân khá an toàn khi thao tác này được dùng để tạo ra cái gọi là vũ khí hai thành phần, trong đó các tiền chất được trộn lẫn với nhau trong đạn tạo thành một tác nhân kịch độc trước khi sử dụng. Vì thế, kỹ thuật này cho phép xử lý và vận chuyển tác nhân dễ dàng. Những năm 80 và 90, các biến thể hai thành phần của một vài tác nhân đã được Liên Xô phát triển và gọi là những tác nhân *"Novichok"* (mới).

Tác chiến hóa học trong Chiến tranh Iran-Iraq. Chiến tranh Iran-Iraq nổ ra năm 1980, khi Iraq tiến công Iran. Ngay khi mới bắt đầu xung đột Iraq đã sử dụng máy bay ném bom chứa mustard và tabun. Khoảng **5%** tổng số thương vong của Iran là trực tiếp do việc sử dụng các tác nhân này. Phía Iraq và chính phủ Mỹ đưa ra luận điệu rằng Iran cũng sử dụng vũ khí hóa học, song các nguồn tin độc lập không khẳng định những cáo buộc này.

Có khoảng 100.000 quân Iran là nạn nhân của các cuộc tiến công hóa học của Iraq, phần nhiều do mustard. Đó là chưa kể số dân cư tại các thị trấn biên giới hoặc số thân nhân các cựu binh bị nhiễm độc, mà theo Tổ chức Cựu chiến binh, nhiều người đã bị các biến chứng về máu, phổi và da. Theo báo cáo chính thức, các tác nhân thần kinh đã lập tức giết chết khoảng 20.000 binh lính Iran. Trong số 80.000 người sống sót, có 5.000 người phải điều trị thường xuyên và khoảng 1.000 người vẫn phải nằm viện lâu dài.

Năm 1988, ngay trước khi chiến tranh kết thúc, vùng quê Halabja của người Kurd Iraq đã bị phơi nhiễm nhiều tác nhân hóa học, giết chết khoảng 5.000 người trong thị trấn 50.000 dân này. Ngay sau sự cố, người ta đã phát hiện được dấu vết của mustard và các tác nhân thần kinh sarin, tabun và VX.

Trong cuộc Chiến tranh vùng Vịnh 1991, mặc dù có vũ khí hóa học, song Iraq không hề sử dụng để chống lại liên quân. Tư lệnh lực lượng liên quân, tướng H. Norman Schwarzkopt, cho rằng sở dĩ như vậy là vì Iraq sợ bị giáng trả bằng vũ khí hạt nhân. Tuy nhiên, việc Iraq có vũ khí hóa học cũng có tác

dụng ngăn đe khá hiệu quả. Ít nhất nó buộc các lực lượng liên quân phải mang theo những trang bị phòng chống hóa học nặng nề, cồng kềnh, cản trở đáng kể cho hoạt động chiến đấu.

Vũ khí hóa học và chủ nghĩa khủng bố. Với nhiều tổ chức khủng bố, vũ khí hóa học có thể được coi là một phương án lý tưởng. Đó là một phương tiện rẻ tiền, dễ thực hiện và dễ chuyên chở. Nếu có tiền chất, một nhà hóa học hiểu sát có thể tổng hợp được hầu hết các tác nhân hóa học. Tuy nhiên, một số nhà bình luận cho rằng sử dụng có hiệu quả vũ khí hóa học và sinh học khó hơn nhiều so với thuốc nổ, và rằng dùng chúng để tạo sợ hãi thì hữu dụng hơn.

Năm 1946, vũ khí hóa học đã được sử dụng phi tác chiến thành công lần đầu. Nhằm trả thù người Đức về sự kiện Holocaust, tại trại Stalag 13 gần Nuremberg (Đức) nơi giam giữ vài ngàn lính SS, ba thành viên một nhóm Do Thái tự xưng là Dahm Y'Israel Nokeam (*Trả nợ máu Ixraen*) đã lén cho hỗn hợp arsenic vào bánh mì. Hơn 2.000 tù nhân trúng độc, trong đó có hơn 200 người phải nằm viện.

Tháng 6/1974, nhóm Những người ghét Mỹ đã đánh bom cháy nhà ở của một quan tòa, hai cao uỷ cảnh sát, đốt cháy hai toà nhà nhiều tầng, và đánh bom nhà đón khách của Hãng Pan Am tại Sân bay Quốc tế Los Angeles, giết chết ba người và làm bị thương tám người. Tổ chức này, hóa ra chỉ là một ngoại kiều tên là Muharem Kurbegovic, tuyên bố đã phát triển và sở hữu một nguồn sarin, cũng như bốn tác nhân có một không hai, gọi là AA1, AA2, AA3 và AA4. Mặc dù không hề tìm được tác nhân nào lúc y bị bắt giữ, tháng 8-1974, song nghe nói y *"chỉ thiếu mỗi một"* phụ gia là có thể chế tạo được một tác nhân thần kinh. Lục soát căn hộ của y người ta tìm được các tiền chất của phosgene và 25 cân Anh (11,5 kg) sodium cyanide.

Ngày 20/03/1995, lần đầu tiên các phần tử khủng bố sử dụng thành công tác nhân hóa học để đánh vào dân thường. Aum Shirikyo, một nhóm thuộc giáo phái Khải huyền tại Nhật, tin rằng cần phải tiêu diệt hành tinh này, vì thế họ đã rải sarin xuống đường xe điện ngầm Tokyo làm tử vong 12 người và gây thương tích cho hơn 5.000 người.

Năm 2001 sau vụ tấn công New York City ngày 11/9, tổ chức Al Qaeda tuyên bố rằng họ đang tìm kiếm các vũ khí phóng xạ, sinh học và hóa học. Lời đe dọa này tỏ ra cực kỳ xác thực. Tháng 8/2002, đài truyền hình cáp CNN nắm được một kho lưu trữ lớn các băng hình, cho thấy có ba con chó bị giết chết, rõ ràng do một tác nhân thần kinh.

Thay phần kết. Do được chế tạo với chi phí tương đối hạ, vũ khí hóa học từng được coi là *"vũ khí hạt nhân của người nghèo"*. Đầu những năm 90, đã có khoảng 40 nước được trang bị, hoặc tự chế tạo được vũ khí hóa học. Đáng chú ý là sự phát triển của những vũ khí hóa học thế hệ mới - vũ khí hóa học hai thành phần, tạo điều kiện dễ dàng vận chuyển, sử dụng đồng thời tránh được những ràng buộc về pháp lý Quốc tế. Những phát triển của sinh học hiện đại còn cho phép tạo ra những vũ khí hóa học có độc tính mạnh hơn gấp hàng ngàn, thậm chí hàng triệu lần so với vũ khí hóa học cổ điển. Và đặc biệt nguy hiểm là việc chế tạo ra những chất độc tâm thần - thực chất là những chất độc huỷ hoại tâm thần trên cơ sở các ma túy, tự nhiên cũng như tổng hợp (như Heroine, LSD, XTC,...), một trong những phương tiện có khả năng chuyển việc huỷ diệt thể chất sang huỷ diệt ý chí và năng lực hành động của con người. Dù với động cơ gì, kiếm lời bất chính, khủng bố, hay nhằm mục đích quân sự, trên thực tế việc sản xuất và luân chuyển các loại ma tuý đã, đang và tiếp tục là một vấn nạn ngày càng nghiêm trọng trên phạm vi toàn cầu.

CHẤT ĐỘC QUÂN SỰ

Thuật ngữ chất độc quân sự (Military Toxic Substance) được dùng để chỉ các hợp chất hoá học gây độc khi sử dụng trong chiến đấu nhằm gây sát thương cho người và động vật. Chất độc quân sự là cơ sở của vũ khí hoá học – một trong những vũ khí huỷ diệt lớn.

Từ thời xa xưa, con người đã biết sử dụng các chất độc có trong tự nhiên để tiêu diệt kẻ thù. Vũ khí hoá học lần đầu tiên được Đức sử dụng trong Chiến tranh Thế giới I là khí clo. Nó có độc tính tương đối yếu, nhưng đã gây tổn thất lớn cho đối phương, do chưa có khí tài phòng độc.

Việc nghiên cứu chế tạo các chất độc quân sự có hiệu quả hơn không ngừng được đẩy mạnh. Đầu Chiến tranh Thế giới II, phát xít Đức và Italia đã chế tạo được chất độc sarin (GB). Sau Chiến tranh Thế giới *II*, ở Mỹ đã phát minh ra học thuyết về độc tố,

nhờ đó người ta chế tạo ra các chất độc quân sự với độc tính rất cao như VX – một hợp chất chứa phốt pho. Chính các chất độc VX và CB là thành phần chủ yếu trong các kho chất độc gây tê liệt thần kinh của Mỹ và NATO những năm 80.

Kho vũ khí hoá học của các nước, trước hết là của Mỹ không ngừng được đổi mới và bổ sung những lượng chất độc quân sự khổng lồ. Đầu những năm 80, trên lãnh thổ Mỹ tàng trữ tới 30.000 tấn chất độc quân sự, phần lớn là chất độc thần kinh. Trên lãnh thổ các nước Tây Âu cũng có hơn 10.000 tấn chất độc thần kinh.

Tác hại của chất độc quân sự là làm rối loạn các quá trình hoá - sinh chủ yếu trong cơ thể con người. Chất độc quân sự có thể thâm nhập vào cơ thể qua đường hô hấp, tiêu hoá, da hoặc trực tiếp qua các vết thương.

Theo tác dụng độc lý, chất độc quân sự được chia thành: chất độc thần kinh, chất độc toàn thân, chất độc loét da, chất độc ngạt thở, chất độc kích thích và chất độc tâm thần.

Chất độc thần kinh là chất độc chủ yếu trong nhóm các chất độc gây chết người hiện nay. Đó là các chất độc chứa phốt pho thuộc nhóm G (tabun, sarin, soman) và V (VX). Chất độc thần kinh có khả năng thâm nhập vào cơ thể qua mọi đường, gây ức chế men điều tiết các xung động thần kinh của trung tâm hô hấp, tuần hoàn và hoạt động của tim. Chúng có giai đoạn tác động ẩn rất ngắn và có khả năng tích tụ độc tố trong cơ thể, gây tử vong sau nhiều lần nhiễm độc. Trong số các chất độc thần kinh, các Protein độc - sản phẩm của vi sinh vật, như chất độc potulin (XR) và độc tố ruột stafilococ có độc tính cao nhất. Theo tài liệu nước ngoài, 1 gam chất độc loại này có thể giết chết 8 triệu người. Đại diện cho các chất độc loại này là rixin, crotococxin, taipoexin, bungarotocxin... Cơ chế các tác hại của chúng là gây ức chế các cơ quan thụ cảm của các màng truyền xung động thần kinh.

Chất độc toàn thân *- gồm* axit xianhydric, clorxian, asin, phốt phin - có độc tính không cao và có tác dụng hạn chế. Trong số này, axit xianhydric được chú ý hơn cả. Nó gây ức chế men điều tiết quá trình oxy hoá - khử trong tế bào, làm huỷ hoại các tế bào thần kinh, dẫn đến tử vong.

Chất độc ngạt thở - gồm phốtgen, diaphốtgen, clorpicrin - xâm nhập vào cơ thể qua đường hô hấp. Chúng gây tổn thương cơ quan hô hấp nhất là các mô phổi dẫn đến phù phổi. Các chất độc này có khả năng tích tụ độc tố và không có thuốc giải độc.

Chất độc loét da - gồm iprit, iprit nitơ, luyzit thuộc loại gây chết người. Chúng gây ức chế các hệ thống men, làm ngưng trệ các quá trình sinh - hoá, trao đổi chất bên trong tế bào, gây hoại tử các mô. Iprit có giai đoạn tác động ẩn (2 - 13 giờ). Iprit nitơ gây các triệu chứng tương tự iprit, nhưng có tác động gây độc toàn thân mạnh hơn. Nó gây tổn thương lớn ở phần trên và phần dưới đường hô hấp và các mô phổi. Giai đoạn tác động ẩn khoảng từ 6 –12 giờ.

Chất độc kích thích có tác dụng tạm thời loại khỏi vòng chiến đấu, như chất độc kích thích mũi, họng, chất độc kích thích chảy nước mắt, và hỗn hợp hai loại trên. Đại diện là các chất ađamxit, cloroxetto phenol, CS, CR. Trong số đó, CR và CS có tác động mạnh hơn cả. Do tác dụng tạm thời, chúng còn được dùng trong cảnh sát.

Chất độc tâm thần cũng thuộc loại chất độc quân sự tạm thời. Khi xâm nhập vào cơ thể qua đường hô hấp, qua niêm mạc hoặc máu, chúng gây các triệu chứng rối loạn tinh thần như các bệnh tinh thần phân lập và loạn tinh thần – cuồng trầm uất; bị nhiễm nặng có thể dẫn đến tử vong. Đại diện của nhóm chất độc này là BZ, LSD và một số chất có nguồn gốc ma tuý khác.

ĐẠI TÁ - KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN**
TRẦN VIỆT CƯỜNG

VŨ KHÍ HÓA HỌC HAI THÀNH PHẦN

Vũ khí hóa học hai thành phần là một dạng vũ khí hóa học trong đó tác nhân hóa học bao gồm hai thành phần không độc hoặc ít độc được chứa riêng trong phương tiện mang nó. Các hóa chất thành phần được trộn với nhau và phản ứng hóa học tạo thành tác nhân hóa học diễn trong thời gian phương tiện mang bay đến mục tiêu.

Tác nhân hóa học hai thành phần không khác gì so với tác nhân hóa học cổ điển (còn gọi là tác nhân một thành phần)... Khác biệt duy nhất là chúng chỉ có độc tính cao sau khi đạn hóa học chạm mục tiêu.

Ngoài ra so với vũ khí hóa học thông thường, hiệu quả sát thương của vũ khí hóa học hai thành phần thường thấp hơn. Do phản ứng tạo chất độc diễn ra trong thời gian ngắn nên có hiệu suất thấp, tối đa cũng chỉ đạt 70%.

Ý đồ chế tạo vũ khí hóa học hai thành phần đã có từ những năm 30, khi không quân Mỹ ném bom hóa học có tên gọi là Arsenit với hiệu quả sát thương rất thấp. Mỹ đã trở lại phát triển vũ khí hóa học hai thành phần từ đầu những năm 60 và dự định thay đổi toàn bộ kho vũ khí hóa học thông thường thành vũ khí hóa học hai thành phần. Mỹ đã dự kiến sẽ tái trang bị vũ khí hóa học vào cuối Thế kỷ XX với chi phí tới 10 tỷ USD.

Tác nhân hai thành phần được quan tâm phát triển hơn cả là sarin-2 (GB-2) và VX (VX-2). Đạn pháo 155mm chứa GB-2 với tầm bắn 17-18 km cũng như bom Bigeye (Mắt to) chứa VX-2 đã được đưa vào trang bị cho lực lượng quân sự Mỹ.

Mặc dù khả năng sát thương không cao bằng vũ khí hóa học thông thường, song sử dụng vũ khí hóa học hai thành phần vẫn được phát triển mạnh mẽ hơn; vì kho vũ khí hóa học thông thường của Mỹ và Liên Xô (trước đây) do tàng trữ quá lâu, đã trở thành mối đe dọa thường trực cho con người và sinh thái. Ngoài ra, kho vũ khí hoá học này phải được thủ tiêu theo Công ước vũ khí hóa học ký kết tại Paris 1/1993. Trong khi đó, các tác nhân hóa học hai thành phần lại tránh được sự kiểm soát của công ước này, bởi vì các thành phần là những hóa chất không hoặc ít độc. Chúng được sản xuất dễ dàng tại các nhà máy làm phân hóa học, và mỗi thành phần lại có thể sản xuất ở những nơi khác nhau, việc bảo quản vận chuyển các hóa chất thành phần là khá thuận tiện và tuyệt đối an toàn.

14.4. TÁC CHIẾN SINH HỌC

Tác chiến sinh học - còn gọi là tác chiến vi trùng - là việc sử dụng bất kỳ sinh thể (vi khuẩn, virus hoặc các sinh thể gây bệnh truyền nhiễm) cũng như bất kỳ độc tố nào tìm được trong tự nhiên làm vũ khí để tiến hành chiến tranh. Tác chiến sinh học bao gồm việc dùng vũ khí sinh học làm mất sức chiến đấu của đối phương cũng như bảo vệ quân nhà trước vũ khí sinh học (BW) của đối phương.

Phương tiện đặc thù để tiến hành tác chiến sinh học là vũ khí sinh học. Vũ khí sinh học - trước đây còn được gọi là vũ khí vi trùng - là loại vũ khí mà trong đó các cơ thể sống bậc thấp như vi khuẩn (vi trùng), virus, nấm... được sử dụng để tạo tác nhân sát thương (độc tố) ngay trên cơ thể mục tiêu.

Do có khả năng tạo hiệu quả lớn với liều lượng nhỏ, khả năng sử dụng bí mật trên diện rộng, và gây tác động mạnh về thể chất, tâm lý, cộng với tính phức tạp trong bảo vệ và khắc phục hậu quả, vũ khí sinh học được xếp vào loại vũ khí hủy diệt lớn (trong bộ ba vũ khí NBC). Tuy nhiên, khác với các vũ khí hạt nhân và vũ khí hóa học (N,C), vũ khí sinh học có tác động chậm, với thời kỳ ủ bệnh kéo dài từ vài ngày tới vài tuần lễ, tùy loại vi sinh vật được sử dụng. Mặt khác, do khả năng lây lan gây thành dịch sau đó, nên vũ khí sinh học thường dễ bị lẫn với dịch bệnh tự nhiên.

Theo khả năng sát thương, vũ khí sinh học được chia thành hai loại chính: gây chết người và làm mất sức chiến đấu. Theo phương thức sử dụng – phun rải trực tiếp và sử dụng gián tiếp, qua các vật trung gian truyền bệnh, như côn trùng (ruồi, muỗi, bọ chét, chấy, rận), động vật gặm nhấm...

Đặc điểm lý tưởng của vũ khí sinh học là có khả năng lây nhiễm cao, hiệu lực mạnh, sẵn có vaccine và dễ rải dưới dạng xon khí. Những bệnh thường được chọn làm vũ khí sinh học phải có khả năng sát thương cao (nếu phóng rải có hiệu quả), và sức chống chịu tốt (để dễ rải ở dạng xon khí).

Thường có thể sản xuất nhanh chóng và dễ dàng các tác nhân sinh học dùng trong vũ khí sinh học. Khó khăn chính không phải là việc sản xuất mà là đưa tác nhân tới mục tiêu dưới một hình thức lây nhiễm nào đó.

Có nhiều bệnh đã được vũ khí hóa, hoặc dự kiến vũ khí hóa, như bệnh than, ebola, dịch hạch, tả, sốt ruồi trâu tularemia, lở mồm long móng, sốt Q, mapucho, VEE, nấm độc coccidioides, loét mũi, melioidosis, lị Shigella, sốt xuất huyết điểm núi đá, sốt chấy rận, psisticosis, sốt vàng da, viêm não Nhật Bản B, chickamauga, sốt thung lũng, và đậu mùa. Các độc tố tự nhiên có thể sử dụng làm Vũ khí gồm ricin, SEB, tác nhân ngộ độc thịt botulin, saxitoxin, và nhiều độc tố nấm.

Theo Công ước Vũ khí Sinh học 1972, việc chế tạo và tàng trữ Vũ khí Sinh học bị coi là bất hợp

pháp. Công ước Vũ khí Sinh học đã được hơn 100 Quốc gia ký kết, vì lẽ một vụ tiến công sinh học có thể khiến hàng ngàn, thậm chí hàng triệu người thương vong, đồng thời có thể phá hoại nghiêm trọng về xã hội và kinh tế.

Vấn đề chủ yếu là tiến công sinh học phải mất nhiều ngày mới phát huy tác dụng; vì thế, khác với tiến công hạt nhân hoặc hóa học, nó không thể lập tức ngăn chặn một đội quân đang tiến đánh. Trên phương diện chiến lược, vũ khí sinh học cũng có vấn đề về quân sự, vì trừ phi được sử dụng để đánh vào nơi tập trung dân cư đối phương, khó có thể ngăn nó lây truyền, cho quân nhà cũng như đồng minh, và đòn tiến công sinh học cũng sẽ bị trả đũa hàng loạt, thường là cùng dạng thức.

Trong lịch sử, tác nhân sinh học đã được sử dụng từ lâu. Trước Thế kỷ XX, tác chiến sinh học đã tồn tại dưới ba hình thức chính:

- Đầu độc lương thực và nguồn nước bằng vật liệu lây nhiễm;

- Dùng vi sinh vật, độc tố hoặc sinh vật, sống hoặc chết trong vũ khí;

- Dùng các cơ cấu tiêm chủng sinh học.

Trong suốt lịch sử, tác chiến sinh học đã được liên tục tiến hành. Ngay từ Thế kỷ thứ 4 Tr. CN, người Assyria[1] đã đầu độc giếng nước của kẻ địch bằng một loại nấm gây ảo giác. Năm 184 Tr. CN, Hannibal - một danh tướng người Carthage[2] - đã ra lệnh cho quân ném các bình gốm đựng rắn độc lên boong tầu của người Pergamus.[3]

Lịch sử Châu Âu thời trung cổ cũng ghi lại việc người Mông Cổ, Thổ Nhĩ Kỳ và các nhóm người khác, đã dùng xác súc vật chết bệnh để gây ô nhiễm nguồn nước. Trước khi bệnh dịch hạch được biết tới với tên Cái chết đen, nghe nói quân Thổ Nhĩ Kỳ và quân Mông Cổ đã dùng máy bắn đá bắn xác chết bệnh vào các thành đô bị vây hãm.

Trong thời trung cổ, các nạn nhân dịch hạch đã được dùng để tập kích sinh học, thường bằng cách dùng máy bắn đá ném tử thi qua tường thành. Năm 1710, quân Nga đã ném xác chết do dịch hạch qua tường thành Reval[4] do Thuỵ Điển chiếm giữ.

Phần lớn, nếu không nói là hầu hết thổ dân Mỹ đã bị sát hại sau khi tiếp xúc với Cựu Thế giới, do bị lây nhiễm nhiều căn bệnh chết người. Ít nhất quân Anh đã một lần dùng bệnh đậu mùa làm vũ khí, bằng cách gửi chăn tới Lenape trong Cuộc chiến tranh Pontiac.[5]

Tác nhân sinh học còn được dùng để chống người da đỏ trong những dịp khác. Ngược lại, thổ dân Aptos đã gửi cho người Tây Ban Nha hoa tươi gói trong lá sồi độc.

Trong nội chiến Mỹ, quân Miền Nam ly khai đã ném xác gia súc thối rữa xuống những ao trữ nước của lực lượng Liên bang (Miền Bắc).

Việc sử dụng những vũ khí như vậy đã bị luật pháp Quốc tế cấm, theo Nghị định thư Geneva 1925. Công ước vũ khí sinh học và độc tố đã mở rộng lệnh cấm này hầu như cho mọi hoạt động sản xuất, tàng trữ và vận chuyển. Song chắc chắn là từ khi ký công ước đến nay, số Quốc gia có khả năng sản xuất những vũ khí sinh học lại ngày càng tăng.

Trong thời gian giữa hai cuộc đại chiến, Đức và Nhật đã bí mật chế tạo và thử nghiệm vũ khí sinh học. Khoảng 1935-1936 tại Mãn Châu Lý, Nhật đã lập một đơn vị đặc biệt mang mật danh Đội 731, thuộc đạo quân Quan Đông. Đơn vị này có các phòng thí nghiệm (labo), trường thử, cơ sở sản xuất các phương tiện tác chiến sinh học. Các sinh vật và kể cả tù binh đã được sử dụng làm vật thí nghiệm vũ khí sinh học. Trong Chiến tranh Trung-Nhật (1937-1945) và Chiến tranh Thế giới II, Đội 731 đã tiến hành thực nghiệm trên cơ thể hàng ngàn người, hầu hết là người Trung Quốc. Trong các chiến dịch quân sự, quân đội Nhật đã sử dụng vũ khí sinh học trên binh lính và dân thường Trung Quốc cũng như Mông Cổ. Vũ khí sinh học do quân đội Nhật sử dụng có tác động trầm trọng và kéo dài. Những ghi chép ban đầu cho thấy thường dân Nhật đã bị lây nhiễm qua việc phân phối những thực phẩm mang bệnh, như bánh bao và rau quả. Cũng có những báo cáo về các nguồn nước bị ô nhiễm. Ước tính có trên 580.000 nạn nhân, chủ yếu do dịch hạch và dịch tả. Ngoài ra, sau khi chiến tranh kết thúc còn có những

---

(1) Đế quốc cổ ở Tây Nam Á.

(2) Một thành bang cổ ở Bắc Phi, gần Tunis hiện đại.

(3) Một thành bang cổ của Hy Lạp, ở tây Thổ Nhĩ Kỳ hiện nay.

(4) Tên tiếng Đức của Tallinn, thành phố cảng và Thủ đô của Estonia.

(5) Pontiac (1720-1769), thổ dân Mỹ, tù trưởng bộ lạc Ottawa, Bắc Mỹ.

đợt dịch liên tục tái diễn, khiến số tử vong cao thêm nhiều.

Năm 1941 Mỹ, Anh và Canada đã khởi động một chương trình phát triển vũ khí sinh học. Kết quả, họ đã vũ khí hoá được các chủng bệnh than, lở mồm long móng, và khuẩn gây thối thịt botulin. Các chương trình vũ khí sinh học của Mỹ được mở rộng từ cuối những năm 40, khi họ nắm được các số liệu bí mật của Đội 731, và nhất là sau khi Mỹ mất độc quyền vũ khí hạt nhân. Trung tâm nghiên cứu vũ khí sinh học quân sự Mỹ là Fort Detrick, bang Mariland. Một số nghiên cứu phòng chống các vũ khí hóa học và sinh học cũng được tiến hành tại Trường thử Dugway, một cơ sở thử nghiệm biện pháp phòng hộ hóa học và sinh học ở bang Utah. Tại Anh, hoạt động nghiên cứu được tiến hành trong Chiến tranh Thế giới II đã khiến Scottland bị ô nhiễm bệnh than suốt 48 năm sau.

Đáng chú ý là việc thải loại các vũ khí sinh học và hóa học quá cũ của nhiều nước NATO đã được tiến hành tại một cơ sở chuyên xử lý vũ khí hóa học của Mỹ, trên đảo san hô Johnston giữa Thái Bình Dương.

Hoạt động nghiên cứu vũ khí và tác chiến sinh học đã được thực hiện mạnh mẽ tại Mỹ, Liên Xô và một số cường quốc khác trong suốt chiến tranh lạnh. Và trong chừng mực nào đó, vũ khí sinh học vẫn được lén lút sử dụng. Chẳng hạn, Trung Quốc và Bắc Triều Tiên đã kết tội Mỹ đã tiến hành dùng thử vũ khí sinh học trên thực địa trong Chiến tranh Triều Tiên. Cáo trạng này đã được Stephen Endicott và Edward Hagerman chứng minh trong công trình "***Hoa Kỳ và tác chiến sinh học: những bí mật đầu chiến tranh Lạnh và Triều Tiên***" (Bloomington, Indiana University Press, 1998). Năm 1972, Mỹ đã ký Công ước vũ khí sinh học và độc tố, cấm *"phát triển, sản xuất và tàng trữ các vi khuẩn và sản phẩm độc hại của chúng, trừ trường hợp với lượng cần có để phục vụ các nghiên cứu phòng hộ và hoà bình"*.

Từ giữa những năm 70, nhờ sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ sinh học, đặc biệt là kỹ thuật tổng hợp ADN, kỹ thuật kháng thể vô tính dòng đơn,... vũ khí sinh học đã được phát triển đến trình độ rất cao. Đã xuất hiện các vũ khí sinh học thế hệ mới – các vi khuẩn và vius nhân tạo có độc tính cao hơn rất nhiều so với vũ khí sinh học cổ điển. Ngoài ra, các tác nhân này còn có khả năng kháng thuốc, khó chẩn đoán và dễ lây lan.

Năm 1986, chính phủ Mỹ đã chi 42 triệu USD cho hoạt động nghiên cứu nhằm phát triển các biện pháp phòng chống các bệnh truyền nhiễm và độc tố, nhiều gấp mười số tiền được chi trong năm 1981. Khoản tiền này được đưa tới các trường đại học [1] với hy vọng phát triển được các dòng khuẩn bệnh than, bệnh sốt thung lũng, bệnh viêm não Nhật Bản, sốt ruồi trâu (tularemia), shigella, botulin và sốt Q.

Được biết, lục quân Mỹ đã phát triển được các bào tử bệnh than ở cấp độ vũ khí tại trường thử Dugway, ít nhất từ năm 1992. Theo công ước BWC, các nước được phép phát triển một lượng nhỏ tác nhân BW để nghiên cứu biện pháp phòng chống.

Đánh vào cây trồng nhằm gián tiếp làm mất sức chiến đấu đối phương, cũng được coi là một lĩnh vực tác chiến sinh học. Ngay từ Chiến tranh Thế giới II, Mỹ và Anh đã phát hiện ra các chất điều tiết tăng trưởng thực vật (chẳng hạn, chất diệt cỏ) và đã đề xướng một chương trình tác chiến diệt cây cỏ, cái đã được thực sự áp dụng tại Mã Lai và Việt Nam trong chống nổi dậy. Mặc dù là hóa chất, song chất diệt cỏ thường được phân vào nhóm tác chiến sinh học với tư cách các tác nhân điều tiết sinh học.

Trong thời Chiến tranh Lạnh, Mỹ đã xây dựng năng lực phá hoại cây trồng với các tác nhân gây bệnh thực vật (tác nhân làm trụi lá sinh học và nấm làm trụi lá) để phá hoại nông nghiệp đối phương. Các tác nhân gây bệnh như các bệnh vàng lá lúa mì và lúa gạo đã được vũ khí hóa bằng các thùng phun và bom chùm để rải vào nơi trữ nước trong các vùng nông nghiệp nhằm tạo dịch bệnh thực vật. Trong các năm 60 và 70, khi Mỹ tuyên bố chương trình tiến công sinh học, đại đa số các kho vũ khí sinh học của họ đều đã có các tác nhân gây bệnh cây trồng.

Đánh vào vật nuôi là một lĩnh vực khác của tác chiến sinh học, nhằm huỷ hoại nguồn vật nuôi dùng cho vận chuyển và làm thực phẩm. Trong Chiến tranh Thế giới I, Đức đã tìm cách tiêm vi khuẩn than

---

(1) Khi khoa sinh học thuộc Học viện công nghệ Massachuset (MIT) biểu quyết từ chối ngân quỹ của Lầu Năm góc để nghiên cứu công nghệ sinh học, chính quyền Reagan đã buộc họ phải thay đổi quyết định bằng cách đe dọa cắt các kinh phí khác.

vào súc vật kéo xe, và gây dịch loét mũi ở lừa ngựa trên một số mặt trận. Trong Chiến tranh Thế giới II, Anh đã đưa vi khuẩn bệnh than vào thức ăn gia súc đóng bánh, định đầu độc đàn ngựa kéo của Đức, song chưa sử dụng. Những năm 50, Mỹ đã tiến hành dùng thử khuẩn gây dịch tả lợn trên thực địa.

Nhìn chung, dường như vũ khí sinh học chưa được sử dụng quy mô lớn trong chiến tranh. Một phần là do các công ước Quốc tế - Công ước Geneva 1925 và 1972 – cấm sử dụng vũ khí sinh học. Mặt khác, đó là do tính chất tác dụng không chọn lọc của vũ khí này, gây tác hại cho cả bên sử dụng, khi mà sự phát triển của dịch bệnh dường như bao giờ cũng đi xa hơn sự phát triển của khả năng chữa trị. Trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, mặc dù đã được tiêm phòng đủ loại vácxin, binh lính Mỹ vẫn bị những chứng bệnh khó hiểu, gọi chung là *"hội chứng vùng Vịnh"*. Còn trong Cuộc xâm lược Iraq năm 2003, người ta lại thấy một nhược điểm khó tránh trong phòng chống tác chiến sinh học. Mặc dù đã có đủ vácxin, song do cơ địa, không thể tiêm chủng trên một số đối tượng nhất định, chẳng hạn những người có tiền sử bệnh tim. Mặt khác, những người đã tiêm phòng cũng đang đối mặt với một loại hội chứng mới, khi không hề gặp tác nhân sinh học gây bệnh. Chúng cũng được gộp vào *"hội chứng vùng Vịnh"* bí hiểm.

CHIẾN DỊCH RANCH HAND

Chiến dịch Ranch Hand, hay Trail Dust, là một chương trình tác chiến diệt cây cỏ tại Việt Nam, kéo dài gần 11 năm (1961-1971).

Việc sử dụng quân sự các chất diệt cỏ tại Việt Nam bắt đầu từ năm 1961, đã được mở rộng trong thời gian 1965 và 1966, và đạt tới đỉnh điểm từ 1967 tới 1969. Các chất diệt cỏ được không quân Mỹ sử dụng rộng rãi tại Việt Nam trong chiến dịch Ranch Hand để làm rụng hết lá cây trong rừng rậm nội địa, rừng đước ven biển, và các vùng đất canh tác, bằng cách rải từ máy bay vận tải C-123 và máy bay lên thẳng. Binh lính còn rải chất diệt cỏ lên mặt đất để làm trụi lá cây các vùng xung quanh trại đóng quân và căn cứ hỏa lực. Khi đó, chất diệt cỏ được rải từ các bồn đặt trên xe tải hoặc bình thuốc đeo sau lưng lính đi bộ. Giang thuyền của hải quân cũng tham gia rải chất diệt cỏ hai bên bờ sông. Phía Mỹ nêu mục đích sử dụng chất diệt cỏ là để tăng khả năng phát hiện căn cứ và lực lượng đối phương dọc các tuyến giao thông và các hành lang xâm nhập. Phun chất diệt cỏ còn nhằm phá hoại cây trồng của Việt Cộng và lực lượng Bắc Việt Nam. Trail Dust là mật danh của toàn bộ chương trình, còn Ranch Hand là mật danh của dự án dùng máy bay C-123 rải chất diệt cỏ.

Các loại chất diệt cỏ khác nhau được phân biệt bằng mật danh dưới dạng một dải màu rộng 4 inch (10cm) sơn xung quanh thùng hóa chất 55 gallon (208 lít). Đó là các tác nhân màu da cam, màu tía, xanh da trời và xanh lá cây, v. v. Một thùng 55 gallon dải da cam chứa 50% n-butyl ester của 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyaxetic acid) và 50% n-butyl hoặc isooctyl ester của 2,4,5-T (2,4,5-trichlorophenoxyaxetic acid).

Tác nhân da cam chiếm trên 60% tổng lượng chất diệt cỏ được rải tại Việt Nam, tức là 11,7 triệu gallon (44,3 triệu lít) trong tổng số 19,4 triệu gallon (73,4 triệu lít). Tác nhân da cam chứa tỷ lệ khá cao một chất kịch độc gọi là dioxin hay TCDD (2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin).

Trước đó, trong những năm 50, đạo quân Lê dương (Legion) Pháp đã dùng sức người phát quang cây cỏ ven đường, trong một ý đồ không thành là ngăn chặn việc tập kích các đoàn xe quân sự. Lúc này, một cường quốc quân sự khác cũng theo đuổi cùng một mục đích, song bằng một vũ khí mới - chất diệt cỏ. Đến tận giữa những năm 60, những vụ cắt phá và đốt cháy cây cỏ vào sâu 50m mỗi bên đường của quân Pháp vẫn để lại dấu tích dọc Đường 13. Theo báo cáo tháng 10-1967 của công ty RAND (Mỹ, một công ty tham gia nghiên cứu về tác dụng của chiến dịch làm trụi lá cây) chương trình huỷ diệt cây trồng:

- Có tác động không đáng kể tới hoạt động tiêu dùng lúa gạo của Việt Cộng,

- Không gây ra bất kỳ vụ thiếu lương thực đáng kể nào cho các đơn vị Việt Cộng,

- Đã gây thiệt hại cho cư dân ở lân cận các mục tiêu phá hoại cây trồng,

- Đã khiến dân chúng nông thôn Nam Việt Nam xa lánh chính phủ,

- Đã làm tăng đáng kể tâm trạng thù địch đối với Mỹ và Nam Việt Nam,

- Không được dân chúng thôn quê coi là cần thiết hoặc hữu ích, và

- Có thể phản tác dụng. (Buckingham, p.133-134).

Tới tháng 11-1967, sau khi xem xét các kết quả của RAND, bộ quốc phòng Mỹ đi đến kết luận "toàn bộ chương trình phá hoại cây trồng hiện tại đang phản tác dụng, vì lẽ nó chỉ khiến người dân bị tác động thêm xa lánh chứ không hề chặn được nguồn lương thực của Việt Cộng" (Buckingham, p. 135). Song ngược lại, Hội đồng tham mưu trưởng liên quân chủng Mỹ lại cho rằng "đã đạt mục tiêu công bố của chương trình phá hoại cây trồng với tư cách một bộ phận của chương trình tác chiến kinh tế; và rằng việc phá hoại mùa màng là một bộ phận quan trọng và có hiệu quả của toàn bộ nỗ lực tại Nam Việt Nam; và chương trình này không cần thay đổi gì cả" (Buckingham, p. 135). Để cố giành "thắng lợi," có tới 76% tổng lượng chất diệt cỏ đã được rải xuống Việt Nam trong thời gian từ 1967 tới 1969, và nhiều vùng đã bị rải chất diệt cỏ thường xuyên. Trong bối cảnh đó, năm 1968 McNamara rời Lầu Năm góc.

Tuy nhiên sau một loạt hoạt động nghiên cứu "độc lập" và toàn diện về những tác động của chất diệt cỏ, do Quốc hội Mỹ cũng như Lầu Năm góc tài trợ, chương trình đã dần đi đến hồi kết. Ngày 07-01-1971, chiến dịch Ranch Hand chấm dứt với ba phi vụ C-123 cuối cùng, rải chất độc xuống một mục tiêu mùa màng tại Tỉnh Ninh Thuận. Và đến 31-10-1971, với chuyến bay trực thăng rải chất diệt cỏ cuối cùng, chiến dịch Trail Dust hoàn toàn chấm dứt.

Trong thời gian 1961-1971, tính chung Mỹ đã rải số thuốc diệt cỏ đủ để bao phủ 30.305 dặm vuông (78.490 kilomet vuông) hay 23,8% tổng diện tích Việt Nam với một lần rải. Tính chung, trong thời gian từ 10-08-1961 tới 31-10-1971, Mỹ đã cho rải tổng cộng 19.395.369 gallon (73.419.424 lít), tức là trung bình 5.193 gallon (19.658 lít) mỗi ngày trong suốt 3.735 ngày.

Năm 1995, hai mươi ba năm sau chuyến bay rải thuốc diệt cỏ cuối cùng, các nhà nghiên cứu đã thấy rằng trong quá trình rải tác nhân da cam ở Nam Việt Nam, mức dioxin trong mô người Việt Nam sống ở Miền Nam cao gấp 900 lần so với người ở Miền Bắc, nơi không bị rải tác nhân. Thậm chí đến nay, khi dioxin đã xuống đến mức thấp nhất kể từ khi chiến tranh chấm dứt, nghiên cứu cho thấy mức dioxin ở người sống ở Miền Nam vẫn cao gấp 50 lần so với Miền Bắc. Điều đó cho thấy cư dân tại Nam Việt Nam có nguy cơ cao trước các bệnh ung thư, khuyết tật sinh trưởng (dị dạng, quái thai, thiểu năng,...), khiếm khuyết miễn dịch, và những tác động có hại cho sức khoẻ khác do nhiễm tác nhân da cam. (Theo ***Tác nhân da cam và người Việt Nam: Sự tồn tại dai dẳng của mức dioxin cao trong mô người, Tiến sỹ Arnold, Trung tâm khoa học về sức khỏe Đại học New York****).*

Mặc dù gây tác hại như vậy, phía Mỹ không hề đạt mục tiêu nào. Cũng trong năm 1995, cựu bộ trưởng quốc phòng McNamara, người chỉ đạo và thúc đẩy chiến dịch Trail Dust từ bước khởi đầu (năm 1961), cho tới lúc đạt đỉnh cao (năm 1968), đã công khai thừa nhận:

- Các cuộc ném bom của Mỹ chẳng hề có có tác dụng đe dọa đáng kể nào tới khả năng tiến hành chiến tranh của Hà Nội,

- Các chiến dịch trên mặt đất của Mỹ chẳng hề thiết lập được tình trạng an ninh thực sự và lâu dài nào trên vùng đất Nam Việt Nam, và

- Chương trình bình định chẳng hề giành được nhiều "trái tim và khối óc."

Tóm lại, theo ông, "Chúng ta [Mỹ] đã sai lầm, sai lầm khủng khiếp."

15 - VỆ TINH

Vệ tinh, nói chính xác hơn- vệ tinh nhân tạo của trái đất, là thuật ngữ dùng để chỉ các thiên thể nhân tạo nhỏ bay quanh trái đất. Vệ tinh là phương tiện đầu tiên có tác dụng đưa hoạt động quân sự lên một không gian hoàn toàn mới - không gian vũ trụ.

Không như mọi phương tiện mang phóng mà con người từng tạo ra, vệ tinh hoạt động trong một môi trường hoàn toàn khác, và do đó, chịu sự chi phối của các quy luật vật lý hoàn toàn khác. Trước

hết, vệ tinh có vận tốc rất cao. Để thoát khỏi sức hút của trái đất, vệ tinh phải có vận tốc ít nhất 7km/s. Tùy vận tốc phóng, vệ tinh chuyển động theo các quỹ đạo khác nhau, từ tròn tới elip, trên một mặt phẳng đi qua tâm trái đất, gọi là mặt phẳng quỹ đạo, với góc nghiêng chịu ảnh hưởng đáng kể của vĩ tuyến phóng vệ tinh. Mỗi điều chỉnh nhằm giảm góc nghiêng mặt phẳng quỹ đạo đều đòi hỏi tiêu hao nhiều năng lượng, và do đó, tiêu tốn nhiều tiền của. Vì vậy, nước có vị trí địa lý ở vĩ độ càng thấp càng có lợi trong việc thiết lập trường phóng vệ tinh. Với quỹ đạo tròn, vận tốc vệ tinh là không thay đổi. Bán kính quỹ đạo càng lớn, chu kỳ vệ tinh càng dài. Tại quỹ đạo có bán kính 35.000- 36.000km, vệ tinh có chu kỳ 24h, nói cách khác, nó gần như cố định so với Trái đất, và vì thế quỹ đạo này được gọi là quỹ đạo địa tĩnh. Ngoài quỹ đạo địa tĩnh, còn có các quỹ đạo địa đồng bộ- là những quỹ đạo mà trong đó vệ tinh bay quanh Trái đất trong một số nguyên 2, 4, 6,.. 12h. Hai quỹ đạo có nhiều ứng dụng nhất, cả trong quân sự lẫn dân sự, là quỹ đạo địa tĩnh/ 24h và quỹ đạo địa đồng bộ 12h (độ cao 22.000km).

Vệ tinh thuộc một họ phương tiện đặc biệt gọi là phương tiện vũ trụ, gồm tàu vũ trụ (một dạng vệ tinh chở người), tàu vận tải vũ trụ (chở người và hàng), trong đó đáng chú ý là các tàu con thoi hay tàu vận tải vũ trụ sử dụng nhiều lần, trạm quỹ đạo hoạt động dài ngày, mà điển hình là các trạm Hoà Bình (Mir) và ISS, trạm thăm dò liên hành tinh và trạm thăm dò vũ trụ bên ngoài Thái Dương hệ. Trong số này, vệ tinh của trái đất là phương tiện dễ phóng hơn cả, đồng thời cũng có tiềm năng quân sự lớn hơn cả.

Hiện tại, công nghệ vệ tinh là công nghệ vũ trụ phổ biến nhất. Vì lẽ, mặc dù đòi hỏi chi phí ban đầu cao, song ngoài những ưu việt khác vệ tinh còn ba đặc điểm ứng dụng quan trọng: phạm vi bao quát rộng, không bị ràng buộc về biên giới (không phận, như với máy bay), và tuổi thọ cao (có thể tính bằng năm, chứ không phải bằng giờ như máy bay), và do đó, có chi phí khai thác tương đối thấp.(1) Điều đó giải thích vì sao vệ tinh được ứng dụng rộng rãi trên phạm vi toàn cầu, trong mọi mặt hoạt động khoa học, công nghệ, chính trị, kinh tế, xã hội, và đặc biệt trong quốc phòng và an ninh - một lĩnh vực nhạy cảm và ưu tiên cao của mọi Quốc gia.

Sự phát triển của công nghệ vệ tinh tất yếu dẫn đến vấn đề tạo ra các công cụ chống phá và tiêu diệt vệ tinh. Đã xuất hiện nhiều giải pháp chống phá vệ tinh có hiệu quả. Tuy nhiên, việc tiêu diệt đòi hỏi chi phí cao hơn nhiều lần so với chi phí sử dụng vệ tinh và cũng không dễ thực hiện. Thực tế, cho đến nay chưa hề có vệ tinh nào bị tiêu diệt.

Ngay từ khi xuất hiện vệ tinh, Thế giới đã chứng kiến cuộc chạy đua phát triển loại phương tiện đặc biệt này, ban đầu giữa hai siêu cường Mỹ và Liên Xô; rồi đến sự tham gia của nhiều cường quốc, và thậm chí cả những Quốc gia được xếp vào hàng những nước đang phát triển, như Trung Quốc và Ấn Độ. Đến những năm 1980, cuộc chạy đua này đã dẫn tới sự xuất hiện của những chương trình chống vệ tinh, mà trong đó có lẽ nổi tiếng nhất là chương trình "Chủ động phòng thủ chiến lược" hay SDI của Mỹ, chương trình tham vọng nhất, gây nhiều chỉ trích nhất và cuối cùng đã được chấm dứt vào năm 1992, với tuyên bố đây chỉ là một "chương trình ảo" nhằm làm Liên Xô "kiệt sức" trong cuộc chạy đua vũ trang.

Tuy nhiên, trong những năm 90, dường như Thế giới lại lao vào một cuộc chạy đua vệ tinh mới. Sau Chiến tranh Lạnh, trước hàng loạt nhu cầu ngày càng lớn, nhất là của bưu chính và viễn thông, mà một trong những nguyên nhân là sự bùng nổ của truyền thông đa phương tiện và mạng công nghệ thông tin toàn cầu, điều khiến nhu cầu sở hữu vệ tinh, nhất là vệ tinh địa tĩnh ngày càng trở nên bức thiết trong khi vị trí có thể bố trí loại vệ tinh này là hữu hạn. Trong tình hình đó, những Quốc gia sở hữu công nghệ tên lửa vũ trụ - một hệ quả tất yếu của công nghệ tên lửa đường đạn thời Chiến tranh Lạnh, bắt đầu chuyển sang phóng vệ tinh thuê. Một lĩnh vực chạy đua khác là đạo hàng chính xác bằng vệ tinh, với cuộc chạy đua giữa các hệ thống định vị toàn cầu GPS của Mỹ, GLONASS của Liên Xô/Nga và Galilleo của Châu Âu.

Cho đến nay, vệ tinh được phóng lên với nhịp độ khoảng 250-300 quả/ năm, trong đó, vệ tinh quân sự chiếm khoảng 75-80%. Đã có hàng chục nước có khả năng phóng vệ tinh, trong đó nổi lên là Pháp, Trung Quốc, Nhật, Ấn Độ, đặc biệt là Mỹ và Nga/ Liên Xô.

Các thành phần của công nghệ vệ tinh

Xét trên phương diện công nghệ, vệ tinh gồm ba bộ phận hợp thành: phương tiện mang phóng, trạm vũ trụ hay bản thân vệ tinh, và trạm mặt đất hay nói rộng ra - phương tiện mặt đất.

---

(1) Chỉ cao hơn so với máy bay không người lái độ cao lớn, tuổi thọ dài, hoạt động nhờ năng lượng Mặt Trời.

Tên lửa Vũ trụ là phương tiện mang cơ bản trong công nghệ vệ tinh. Sự xuất hiện của vệ tinh và các phương tiện Vũ trụ nói chung gắn với sự xuất hiện của tên lửa hạng nặng những năm 50, được coi là một trong những yếu tố dẫn tới sự đột biến mang tính cách mạng trong quân sự[1]. Nhờ tên lửa hạng nặng, trước hết là tên lửa đường đạn xuyên lục địa (ICBM), trong lĩnh vực quân sự lần đầu tiên có thể thực hiện đòn công kích trên cự ly lớn, mang ý nghĩa chiến lược mà không cần các đòn tiến công các cấp chiến dịch và chiến thuật. Chính vì vậy, công nghệ tên lửa Vũ trụ được coi là một trong những công nghệ nhạy cảm nhất trong công nghệ Vũ trụ nói chung, công nghệ vệ tinh nói riêng. Nhiều ý kiến cho rằng, khả năng kiểm soát công nghệ tên lửa Vũ trụ được coi là đồng nhất với khả năng kiểm soát tên lửa ICBM, hay khả năng giáng đòn hạt nhân phủ đầu.[2] Tuy nhiên, cho tới nay chế tạo tên lửa vẫn là lĩnh vực khó thực hiện nhất trong công nghệ vệ tinh. Hiện tại, phần lớn tên lửa mang vệ tinh được chế tạo tại Mỹ và Nga/Liên Xô. Ngoài ra, tên lửa mang mới được chế tạo tại một nhóm nhỏ các Quốc gia có tiềm lực khoa học công nghệ mạnh, như Pháp, Trung Quốc, Ấn Độ và Nhật Bản. Mặc dù, tàu con thoi Vũ trụ đảm nhiệm một phần chức năng mang phóng vệ tinh lên các quỹ đạo thấp, song cho đến nay trong việc đưa vệ tinh lên các quỹ đạo cao, quỹ đạo liên hành tinh, và nhất là để đưa các trạm thăm dò vượt ra bên ngoài hệ Mặt Trời, tên lửa vũ trụ vẫn là phương tiện không thể thiếu.

Trạm quỹ đạo, hay bản thân vệ tinh, là bộ phận chức năng chính của công nghệ vệ tinh. Tuỳ chức năng, vệ tinh mang nhiều tổ hợp trang bị khác nhau, vì thế, kiểm soát công nghệ vệ tinh đồng nghĩa với khả năng kiểm soát một loạt công nghệ đỉnh cao, như công nghệ chế tạo trang bị thu thập thông tin (chế tạo sensor), truyền tin, năng lượng (pin nguyên tử, pin mặt trời, động cơ phụ,...) và điều khiển. So với tên lửa, trong lĩnh vực vệ tinh số Quốc gia kiểm soát được công nghệ chế tạo vệ tinh lớn hơn nhiều. Mặt khác, không lệ thuộc vào vệ tinh nước ngoài là một nhu cầu có thực và ngày càng bức thiết. Đặc biệt, trong điều kiện số lượng quỹ đạo địa tĩnh - một quỹ đạo cực kỳ cần thiết trong viễn thông - là có hạn, mỗi Quốc gia đều đang cố tranh thủ sớm đưa vệ tinh của mình lên chiếm chỗ. Ngày nay, có vệ tinh, nhất là vệ tinh trên quỹ đạo địa tĩnh, được coi là một trong những biện pháp cốt lõi nhằm bảo đảm những nhu cầu thiết yếu, và nhiều khi rất tế nhị, cả về an ninh, quốc phòng lẫn kinh tế. Song sẽ không có hiệu quả chi phí khi hoàn toàn tự lực phát triển tên lửa mang - một phương tiện công nghệ vừa đòi hỏi chi phí phát triển cao, vừa kém hiệu quả kinh tế do chế tạo với lượng nhỏ. Trong tình hình đó, phóng thuê vệ tinh đã trở thành một trong những dịch vụ ngày càng phát đạt trong lĩnh vực công nghệ vệ tinh. Tham gia dịch vụ này không chỉ có Mỹ, Nga/Liên Xô và Liên minh Châu Âu, mà còn có cả Trung Quốc - nơi chi phí phóng vệ tinh có sức cạnh tranh nhất Thế giới.

Trạm mặt đất gồm hai bộ phận chính: các công cụ điều khiển và khai thác công nghệ vệ tinh. Vì công cụ khai thác đòi hỏi công nghệ tương đối không cao, chi phí chế tạo không lớn, mặt khác do nhu cầu khai thác sử dụng ngày càng phong phú, nên về số lượng cũng như chủng loại, trạm khai thác mặt đất chiếm tỷ trọng áp đảo trong số các trang thiết bị công nghệ vệ tinh, nhất là các máy thu đầu cuối. Trong khi công cụ điều khiển được sử dụng với số lượng hạn chế, chủ yếu tại các Quốc gia hay tổ chức sở hữu vệ tinh, thì trang thiết bị khai thác vệ tinh đã được chế tạo ngày càng nhiều, ngay cả tại những nơi được coi là có trình độ công nghệ vệ tinh không cao, như Đài Loan, Hàn Quốc và Xingapo - nơi chúng được sản xuất không phải cho sử dụng tại chỗ mà chủ yếu để xuất khẩu.

Phân loại vệ tinh quân sự

Các đặc tính của quỹ đạo vệ tinh thường được xác định theo chức năng nhiệm vụ của vệ tinh. Vệ tinh quân sự thường sử dụng một số quỹ đạo sau.

Vệ tinh truyền tin và truyền dữ liệu thường hoạt động trên dải độ cao rất rộng, từ 170km tới 41.000km, cả với quỹ đạo tròn và elip, trong đó các quỹ đạo địa tĩnh (35.000-36.000km) được đặc biệt chú ý khai thác. Quỹ đạo địa tĩnh được khai thác rộng rãi cho các mạng truyền thông đại chúng (phát thanh và truyền hình), bưu chính viễn thông, và gần đây hơn ngày càng được thu hút cho mạng công nghệ thông tin Internet, cả dân dụng lẫn quân dụng.

(1) Theo giới học giả quân sự Nga, loại hình trang bị thứ hai tạo ra cuộc cách mạng này là máy bay phản lực. Còn theo các học giả Trung Quốc, loại hình trang bị thứ hai là đầu đạn hạt nhân.

(2) Đây được coi là lý do khiến người ta e ngại trước khả năng kiểm soát công nghệ tên lửa đường đạn tầm trung Agny của Ấn Độ, hay tên lửa H-1/2 của Nhật Bản.

Vệ tinh trinh sát chụp ảnh thường sử dụng vùng quỹ đạo thấp nhất, 125-500km,[1] để bảo đảm độ nét hay độ phân giải cao.

Vệ tinh trinh sát điện tử thường hoạt động trong vùng 200-850km.

Vệ tinh đạo hàng hay vệ tinh dẫn đường, tuỳ mục đích sử dụng thường có độ cao trong khoảng 19.000-22.000km. Để bảo đảm độ chính xác đạo hàng cao, vệ tinh đạo hàng Glonass của Nga/Liên Xô sử dụng độ cao khoảng 19.000 (quỹ đạo 11:30). Trong khi đó, hệ thống định vị GPS/Navstars của Mỹ bay trên độ cao 22.000km (quỹ đạo 12:00) để bảo đảm tuổi thọ hoạt động, cũng như độ tin cậy đạo hàng cao.

Vệ tinh trắc địa sử dụng các quỹ đạo trong phạm vi khá rộng, 400-5.000km, trong đó vệ tinh của Nga/Liên Xô thường khai thác vùng 400-2000km, còn vệ tinh Mỹ sử dụng vùng 1.000-5.000km.

Vệ tinh báo động sớm/từ xa của Mỹ thường sử dụng quỹ đạo địa tĩnh 36.000km, còn Nga/Liên Xô dùng quỹ đạo elip với điểm cận địa 350km và điểm viễn địa 60.000km.

Vệ tinh giám sát chiến trường, đặc biệt là giám sát đại dương, thường sử dụng các quỹ đạo trong phạm vi 250-1.200km, trong đó vệ tinh của Nga/Liên Xô thường dùng độ cao 250-1.000km, còn vệ tinh Mỹ khai thác vùng độ cao 800-1.200km.

Tuổi thọ hoạt động của vệ tinh do nhiều yếu tố quyết định, như tuổi thọ trang thiết bị, nguồn năng lượng (pin nguyên tử hoặc pin Mặt Trời), sự cố vũ trụ,... trong đó, yếu tố quan trọng nhất là tuổi thọ của bản thân vệ tinh. Do lực hút của Trái đất và tiêu hao năng lượng trong quá trình bay (nhất là do ma sát với không khí), vệ tinh chuyển dần từ quỹ đạo elip sang quỹ đạo tròn với bán kính nhỏ dần hay quỹ đạo thấp dần, và cuối cùng rơi xuống đất. Vì vậy, với những vệ tinh cần tuổi thọ cao, chẳng hạn, vệ tinh chuyển tiếp thông tin (truyền tin) và đạo hàng, người ta cố sử dụng các quỹ đạo đủ cao.

Các ứng dụng công nghệ vệ tinh

Các ứng dụng công nghệ vệ tinh trên Thế giới tựu trung được chia thành ba lĩnh vực chính: viễn thám và trắc đạc, tuyền tin và dữ liệu, và đạo hàng. Ngoài ra, ngay từ thời chiến tranh lạnh, trong quân sự còn có những ý tưởng dùng vệ tinh để đánh chặn vệ tinh và các phương tiện Vũ trụ khác, tạm không bàn tại đây (Xem thêm *Máy bay* và *Tên lửa*)

Viễn thám và trắc đạc là một trong những lĩnh vực ứng dụng đầu tiên của công nghệ vệ tinh. Được sử dụng thử lần đầu từ 1961, tới cuối những năm 60, vệ tinh thám sát đã chiếm tỷ lệ lớn áp đảo trong lĩnh vực vệ tinh.[2]

Trong dân sinh, chúng được sử dụng nhằm khảo sát địa hình, hải dương, thăm dò tài nguyên, nghiên cứu khí tượng và các hiện tượng thiên nhiên cũng như các sự cố môi trường và nhiều mục đích khác. Trong quân sự, bên cạnh những ứng dụng như trong dân sinh, chúng còn được dùng cho trinh sát, phát hiện mục tiêu, công trình quân sự, thiết bị chiến trường, các hoạt động chuyển quân và những di biến động khác trên mặt đất, mặt biển cũng như ngầm dưới đất, dưới lòng đại dương, mà một trong những ứng dụng quan trọng nhất là cảnh giới và báo động sớm từ xa. Vệ tinh trinh sát là một trong những lĩnh vực phát triển cực kỳ nhanh chóng. Đầu những năm 60, để có độ phân giải cỡ 30cm phải sử dụng kỹ thuật ảnh hồng ngoại với vệ tinh có quỹ đạo cực thấp, và do đó tuổi thọ cũng cực ngắn (10-90 ngày). Điều đó còn do công nghệ chỉ cho phép xử lý dữ liệu sau khi thu hồi vệ tinh. Song công nghệ vệ tinh hiện tại đã cho phép phát hiện vật thể có kích thước cỡ vài centimet (chẳng hạn, vệ tinh trinh sát ảnh hồng ngoại Keyhole, Mỹ), công trình nằm sâu dưới lòng đất cỡ 1m (vệ tinh trinh sát ảnh rađa Laccross, Mỹ), thu chặn bất kỳ tín hiệu vô tuyến gì, từ điện đài dã chiến tới điện thoại di động (với các vệ tinh thu chặn tín hiệu Mercury, Mentor và Trumpet, Mỹ). Đáng chú ý là, ảnh chính xác từ các vệ tinh như Lacross, HK11, HK12, Keyhole,.. còn được dùng để tạo bản đồ số, cũng như để thực hiện các công nghệ đạo hàng quy chiếu địa hình TRN và bám địa hình TFN, cho độ chính xác không kém,

(1) Do dùng quỹ đạo thấp như vậy, chúng có tuổi thọ cực ngắn. Một thí dụ là vệ tinh theo dõi vệ tinh và tên lửa SAMOS của Mỹ chỉ có tuổi thọ cỡ 10 ngày trong những loạt đầu.

(2) Thí dụ, thời gian này riêng số vệ tinh COSMOS đã chiếm trên 40% tổng số vệ tinh quân sự và dân sinh của Liên Xô.

đồng thời bổ trợ đáng kể cho hệ thống đạo hàng GPS.

Truyền tin và truyền dữ liệu là một trong những lĩnh vực ứng dụng rộng rãi nhất của công nghệ vệ tinh, nhất là trong truyền thông đại chúng. Trong bưu chính và viễn thông chúng được coi là bộ phận không thể thiếu của các hệ thống điện thoại di động, truyền hình hiện đại, và thực tế là xương sống của mạng thông tin toàn cầu Internet. Chúng chính là phương tiện cho phép biến những khái niệm như *"làng hành tinh"* và *"xa lộ thông tin"* trở thành hiện thực, với sự phổ biến của rộng rãi của các mạng truyền tin và dữ liệu ở các cấp độ khác nhau, đặc biệt, mạng Internet - với tư cách một phương tiện kết nối và dịch vụ thông tin quy mô toàn cầu.

Trong quân sự, ngay từ những năm 60 truyền tin vệ tinh trên vùng sóng HF (400MHz) đã được ứng dụng rộng rãi, mà điển hình là các hệ thống truyền tin vệ tinh sử dụng trong không quân và hải quân Mỹ AF/FLSATCOM từ cuối những năm 70. Từ 1983 Mỹ bắt đầu phát triển hệ thống truyền tin vệ tinh quân sự thế hệ mới MILSATCOM/Milstar, làm việc trên dải sóng EHF.[1] Bộ phận Vũ trụ của hệ gồm 8 vệ tinh địa đồng bộ, trong đó có một vệ tinh dự trữ nóng trên quỹ đạo; 4 vệ tinh nằm trên mặt phẳng xích đạo và số còn lại nằm trên các vĩ độ khác nhau để bao quát vùng địa cực. Trong khi đó, các trạm đầu cuối Milstar được đưa dần vào các máy bay chỉ huy E-4, báo động sớm E-3 và các máy bay ném bom chiến lược B-52, B-1A/B và B-2A. Công nghệ truyền tin vệ tinh là một bộ phận hợp thành của mạng truyền tin toàn cầu thời gian thực; với việc ứng dụng công nghệ truyền không đồng bộ ATM, cho phép truyền thông tin dưới các dạng thoại, dữ liệu, video và ảnh trên cùng một mạng, với tốc độ truyền tin qua vệ tinh lên tới 155mB/s. Ứng dụng quan trọng nhất của các hệ thống truyền tin vệ tinh quân sự là tạo thành các hệ thống chỉ huy quân đội, điều khiển vũ khí, xử lý/ truyền đạt thông tin và tình báo, giám sát và trinh sát tích hợp hóa (hệ C^3I) - cái cho phép người chỉ huy tối cao, thậm chí cả Tổng thống, ra lệnh cho từng người lính đánh vào từng mục tiêu cụ thể, tạo ra cách đánh được gọi một cách hoa mỹ là "giải phẫu" và "điểm huyệt" trên chiến trường cách xa hàng ngàn kilômet. Vì thế, từ cuối những năm 1980, các hệ thống C^3I đã bắt đầu được ưu tiên cao hơn vũ khí trang bị kỹ thuật; và tới Chiến tranh Ban Căng 1999, Hệ thống Tactical Internet - một mạng C^3I sử dụng giao thức Internet đã bắt đầu được dùng trong thực chiến. Riêng về ứng dụng trực tiếp của hệ thống Milstar, mặc dù theo dự kiến tới năm 2000 Mỹ mới đưa thêm 3 vệ tinh lên quỹ đạo để có đủ số lượng cho bảo đảm truyền tin, song ngay từ 1999, vệ tinh Milstar đầu tiên đã được huy động cho Chiến tranh Ban Căng, chuyên phục vụ máy bay ném bom chiến lược tàng hình B-2A.

Đạo hàng, hay dẫn đường, là một trong những lĩnh vực ứng dụng đang tăng trưởng mạnh nhất của công nghệ vệ tinh. Nếu như các hệ thống định vị vệ tinh phát triển trong những năm 70, ứng dụng nguyên lý dịch tần Doppler còn nhiều nhược điểm, như đòi hỏi thời gian quan trắc dài (10-15 phút) và độ chính xác định vị không cao (cỡ 200m), thì từ cuối những năm 80 đã xuất hiện khả năng đạo hàng chính xác. Tình hình này gắn với sự phát triển và phổ biến của các hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu, đặc biệt là các hệ thống Glonass (Nga), Navstar/GPS (Mỹ). Cả hai hệ thống đều ứng dụng nguyên lý định vị toạ độ địa lý nhờ xác định cự ly từ máy thu tới vệ tinh đạo hàng trên cơ sở chênh lệch thời gian giữa đồng hồ chuẩn trên máy thu với trị số thời gian của tín hiệu thu được. Cách làm này chỉ đòi hỏi thời gian quan sát ngắn (tính bằng phần trăm microsec), độ chính xác cao, và nhất là hầu như không phụ thuộc vào vận tốc của phương tiện mang máy thu. Mặc dù, hai hệ thống Navstar và Glonass hoạt động trên các tần số khác nhau, song chúng đủ giống nhau để cho phép phát triển các máy thu có khả năng xác định toạ độ theo một trong hai, hoặc đồng thời theo cả hai hệ.

Hệ thống định vị GPS có thành phần vũ trụ gồm 30 vệ tinh (6 vệ tinh cuối cùng được phóng từ sau Chiến tranh Ban Căng 1999), trong đó có 3 vệ tinh dự trữ nóng trên quỹ đạo, nằm trên 6 mặt phẳng quỹ

(1) Vệ tinh EHF được coi là một bước phát triển mới trong truyền tin vệ tinh, chẳng hạn, không cần các trạm mặt đất với đĩa anten cồng kềnh (12-15m), đồng thời cho phép tạo ra một hệ thống truyền tin linh hoạt, vừa bền nhiễu, vừa có khả năng sống còn cao. Hệ thống EHF cũng có tính cơ động như hệ thống HF, song ưu việt hơn hẳn nhờ khả năng hoạt động suốt ngày đêm, không chịu ảnh hưởng của thời tiết.

đạo cách đều nhau (ký hiệu từ A đến F). Mỗi vệ tinh mang 4 đồng hồ chuẩn (2 đồng hồ cesi và 2 đồng hồ rubidi). Quỹ đạo vệ tinh hiện có độ nghiêng 55°, với độ cao khoảng 20.180km (giảm 2.000km so với độ cao ban đầu), ứng với chu kỳ 11:967 (trong phạm vi quỹ đạo nửa ngày hay quỹ đạo 12:00). Cách bố trí như vậy cho phép mỗi hộ sử dụng trên toàn cầu có thể quan sát đồng thời ít nhất 4 vệ tinh và xác định được cự ly tới chúng. Thông tin về chỉ số đồng hồ được phát trên băng L, tại các tần số L1 (1575MHz) và L2 (1227,6MHz), được điều biến theo dữ liệu thời gian và mã giả ngẫu nhiên dải rộng. Một thành phần quan trọng của hệ thống định vị GPS là máy thu định vị, sử dụng độc lập hoặc kết hợp với các phương tiện điều khiển, mang phóng, hoặc trực tiếp trên bom đạn. Cho tới 1978, chỉ riêng Mỹ đã sở hữu tới 93.999 máy thu GPS quân dụng các loại, từ cầm tay tới đặt trên máy bay. Hiện tại, máy thu định vị GPS được sử dụng phổ biến trên các phương tiện cơ động trên không, trên biển, trên bộ, và thậm chí đã phổ biến cả máy thu định vị cầm tay.

Trong quân sự, định vị vệ tinh không chỉ cho phép xác định chính xác toạ độ địa lý từng phương tiện mang phóng (máy bay, hạm tàu, xe cộ) và từng người lính, mà điều quan trọng hơn, nó cho phép tạo ra một thế hệ mới các vũ khí công nghệ cao điều khiển chính xác, có thể sử dụng trong mọi thời tiết (do không cần sensor xác định mục tiêu), sử dụng bất ngờ hơn (do không phát tín hiệu bộc lộ), và nhất là giá thành hạ hơn (vào cỡ 20-30% giá thành bom đạn cũ cùng tính năng). Một điển hình cho vũ khí chính xác cao thế hệ mới là một mẫu bom dẫn GPS gọi là JDAM, được phóng chính xác xuống Đài truyền hình Nam Tư từ máy bay tàng hình B-2A. Bom JDAM có bộ đuôi điều khiển mang máy thu GPS trị giá chỉ 7.000USD. Do bộ đuôi điều khiển GPS có giá thấp, có thể lắp vào nhiều loại bom khác nhau, nên vũ khí điều khiển chính xác thế hệ mới có thể được chế tạo và sử dụng với số lượng không hạn chế, và đó chính là đặc điểm mới, nguy hiểm của vũ khí này. Trong chiến tranh Iraq 2003, có tới 35% số vũ khí chính xác cao được sử dụng là vũ khí dẫn GPS hoặc kết hợp dẫn GPS. Và nếu tính cả số tên lửa hành trình được nâng cấp với phân hệ dẫn GPS, thì số vũ khí dẫn GPS chiếm tới 60% tổng số vũ khí điều khiển chính xác được sử dụng.

Tại Iraq năm 2003, hệ thống GPS đã cho phép công kích mục tiêu với độ chính xác 1-2m. Kết hợp với công nghệ đạo hàng trên bản đồ số, chẳng hạn DSMac - cái cho sai số độ cao không quá 30cm, hệ cho phép điều khiển bom đạn (kể cả tên lửa hành trình chiến lược Tomahawk) công kích mục tiêu với độ chính xác cỡ 60cm.

Cũng do chi phí chế tạo rất thấp, máy thu định vị vệ tinh có tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong quân sự. Ngay từ chiến tranh vùng Vịnh 1990-1991, chúng đã được trang bị cho xe chiến đấu, các phân đội nhỏ, hoặc thậm chí cho từng người lính. Điều đó cho phép định vị nhanh mục tiêu công kích, chuẩn bị nhanh và chính xác phần tử bắn cho pháo binh cũng như định vị nhanh địa điểm tập kết thương binh, địa điểm cứu hộ, và nói chung, cho phép định vị chính xác mọi đối tượng trên chiến trường cả của quân nhà lẫn đối phương.

Kết hợp với các công nghệ khác, chẳng hạn công nghệ đo vẽ địa hình DSMax, công nghệ định vị GPS cho phép tạo bản đồ số lồng ghép với địa hình trên thực địa. Đây chính là công cụ cho phép thực hiện tiêu đồ điện tử trên các sở chỉ huy, xác lập bản đồ điều khiển vũ khí chồng chất lên hình ảnh thực trên các phương tiện mang phóng, như máy bay, xe tăng, tàu chiến.

Ngoài ra, định vị chính xác các lực lượng trên bản đồ số còn tạo ra một ứng dụng độc đáo - phân biệt địch ta. Trong Chiến tranh Iraq 2003, vệ tinh GPS được sử dụng trong phân biệt địch ta dựa trên tọa độ địa lý chính xác các lực lượng. Nó cho phép giải bài toán nhận dạng quân nhà giữa các lực lượng trên không và trên bộ, điều cực kỳ khó thực hiện trong điều kiện tác chiến cơ động cao, gồm các thành phần lực lượng thuộc nhiều quân binh chủng, và thậm chí thuộc nhiều Quốc gia khác nhau.

Thay phần kết

Nên lưu ý rằng, các lĩnh vực công nghệ vệ tinh nêu trên luôn được khai thác một cách tích hợp, có tác dụng nhân bội sức mạnh. Việc tích hợp ấy có nhiều tác dụng, mà một trong số đó là cho phép giảm đáng kể thời gian phản ứng. Nếu như trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, phía Mỹ phải mất 24h để chuẩn bị phương án sử dụng vũ khí, thì tới Chiến tranh Ban Căng 1999, thời gian này được rút xuống còn 4h. Trong Chiến tranh Iraq 2003, nhờ kết hợp giữa các vệ tinh, Mỹ đã có khả năng cung cấp gần

thực thời thông tin về vị trí *"nghi"* có Tổng thống Hussein ẩn náu, nhờ đó đã điều được máy bay ném bom chiến lược B-1B tới công kích chỉ trong vòng 30-45 phút.

Trong quân sự, đạo hàng chính xác đã trở thành một bộ phận hợp thành của hệ thống chỉ huy, điều khiển, truyền tin và tình báo tích hợp (hệ thống C^3I); và do đó, đóng vai trò thiết yếu trong dạng thức tác chiến đang phôi thai - tác chiến mạng trung tâm.

Việc sử dụng mang tính tích hợp ấy không loại trừ tích hợp giữa các công nghệ quân và dân dụng, nói khác đi, việc khai thác công nghệ vệ tinh mang tính lưỡng dụng rộng rãi. Tại Chechnya cũng như tại Afghanistan, điện thoại di động dân dụng đã được các lực lượng khủng bố sử dụng làm công cụ truyền đạt thông tin và chỉ huy chiến đấu. Trong cuộc chiến Chechnya 1999-2000, ảnh vệ tinh thương mại phương Tây được quân ly khai dùng làm phương tiện xác định vị trí của quân đội Liên bang Nga.

Do tính lưỡng dụng ấy, cũng như do nhu cầu ngày càng cao trong đời sống kinh tế xã hội, công nghệ vệ tinh đang được ứng dụng ngày càng phổ cập, mà sự phổ biến của mạng Internet và điện thoại di động là những minh chứng điển hình. Ngay từ 1990, dịch vụ Navstar mã dân dụng C/A đã được sử dụng rộng rãi trong đời sống dân sinh tại Mỹ, và tới 1992 bắt đầu được cung ứng cho khách hàng nước ngoài. Đây là điều không lạ, vì ngay từ những năm 80 và cho đến nay, tại Mỹ khu vực điện tử quân sự chỉ chiếm khoảng 3% tổng thị trường điện tử. Với những công nghệ cao và đắt tiền, như công nghệ vệ tinh, rõ ràng việc khai thác lưỡng dụng là một trong những biện pháp để giảm đáng kể chi phí sử dụng. Hơn nữa, cũng như việc cung cấp dịch vụ Internet trên phạm vi toàn cầu, điều này một mặt khiến các nước bị lệ thuộc vào công nghệ cao của Mỹ; mặt khác, tạo ra tình thế *"đánh chuột vỡ đồ"*, gây khó khăn cho việc chống phá các phương tiện này.

Tuy nhiên, là một công nghệ mang tính nhạy cảm cao, nên khi xảy ra khủng hoảng (mặc dù chưa nhất thiết tới mức xung đột vũ trang), công nghệ vệ tinh luôn được bên làm chủ khai thác hoặc cấm khai thác theo cách có lợi nhất cho mình. Chẳng hạn, điện thoại vệ tinh được vô hiệu hóa trên toàn cõi Afghanistan khi Mỹ tiến đánh Talliban. Đây là điều khiến các Quốc gia, kể cả những Quốc gia nghèo phải luôn tìm mọi cách để làm chủ vệ tinh nói riêng, công nghệ vệ tinh nói chung.

Mặt khác, như các cuộc xung đột vũ trang cho thấy, công nghệ vệ tinh đã bộc lộ nhiều khiếm khuyết. Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999, đã cho thấy vô số thí dụ, chẳng hạn, mạng Tactical Internet đã không chỉ nghẽn mạch mà còn bảo mật kém, chỉ bảo đảm bí mật khoảng 20% thông tin. Vì thế, nhiều lúc Mỹ phải sử dụng cả điện thoại quay số công nghệ thấp, thậm chí cả liên lạc viên để truyền đạt mệnh lệnh chiến đấu. Có vệ tinh trinh sát nhìn xuyên đất mà trong Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991, Mỹ không phát hiện được hàng loạt sở chỉ huy nằm lọt lại sau phòng tuyến; trong Cuộc Chiến tranh Ban Căng, không phát hiện được hàng trăm máy bay MiG-21 do Nam Tư cất dấu tại sân bay Cristina, thậm chí không phát hiện được cả một binh đoàn thiết giáp Nga tiến vào sân bay này. Tại Cuộc chiến tranh Iraq 2003 cũng vậy. Sau chiến tranh vẫn còn vô số những hầm vũ khí được lấy ra để liên tục tiến công lực lượng chiếm đóng. Ngay trong chiến tranh, những máy phát nhiễu GPS được lắp ráp bằng linh kiện dân dụng với giá siêu rẻ - trên dưới 40 USD một bộ, đã cho phép gây nhiễu đạo hàng vệ tinh trên một vùng khá rộng (cỡ 1.000km^2)[(1)], khiến hàng loạt bom đạn công nghệ cao mới nhất, kể cả tên lửa hành trình, bay chệch mục tiêu. Chính Mỹ thừa nhận, nhiễu GPS là một trong những nguyên nhân vô hiệu hóa 10% số vũ khí chính xác cao trong Cuộc chiến tranh này. Tuy nhiên, chỉ có thể thấy rõ và khai thác được những nhược điểm cố hữu này khi đã thực sự làm chủ công nghệ vệ tinh.

VŨ KHÍ CHỐNG VỆ TINH

Vũ khí chống vệ tinh (ASAT) là thuật ngữ chỉ những vũ khí được thiết kế để chống vệ tinh nhân tạo. Có một số hướng phát triển và thiết kế vũ khí ASAT. Những nỗ lực ban đầu do Mỹ và Liên Xô thực hiện là dùng tên lửa phóng từ máy bay, có từ những năm 50. Ngay từ bước mở đầu đã có những dự án khá lạ lùng.

---

(1) Diện tích gây nhiễu GPS 1.000km2, ứng với bán kính 17,5km, vừa đủ để cản trở hoạt động quân sự trong vùng chiến, song không ảnh hưởng tới hoạt động dân sinh, chẳng hạn dẫn đường cho máy bay và tàu biển, tại các vùng lân cận.

Dùng tên lửa phóng từ máy bay là cách tiếp cận đầu tiên vì người ta đã nắm rõ công nghệ cơ bản. Năm 1959, Mỹ bắt đầu thử một hệ thống như vậy, song kết quả ban đầu rất đáng thất vọng. Trong cuộc phóng thử đầu tiên, tên lửa không thể vượt qua độ cao 6.000 m, và những thất bại tiếp theo đã khiến dự án bị đình lại năm 1963. Những dự án diễn ra cùng lúc của hải quân Mỹ cũng bị xếp xó, mặc dù có những dự án tương đối nhỏ vẫn nhúc nhắc cho đến tận đầu những năm 70. Về phía Liên Xô, những chương trình tương tự được tiến hành năm 1967 và đến 1976 có các tên lửa ASAT được chế tạo và triển khai. Sốt ruột với động thái của Liên Xô, không quân Mỹ đã nối lại chương trình của mình. Từ năm 1977, Vough đã phát triển được một vũ khí ASAT để công kích vệ tinh trên quỹ đạo gần trái đất (LEO). Tên lửa ba tầng này đã được một máy bay F-15 phóng đi theo kiểu lao vọt lên và mang một trạm tự dẫn tiểu hình (MHV) để bám và diệt mục tiêu bằng động năng. Cuộc thử đầu tiên được thực hiện năm 1983, và cuộc đánh chặn thành công đầu tiên, vào một vệ tinh P78 SolWind đã ngừng hoạt động của Mỹ, diễn ra vào 13/9/1985.

Việc dùng đầu đạn hạt nhân để diệt vệ tinh cũng được tính tới sau những cuộc thử nghiệm các hệ thống tên lửa thông thường đầu tiên trong những năm 60. Công nghệ dẫn hướng hiện có không bảo đảm đánh chặn, trong khi đầu đạn hạt nhân đủ sức tiêu diệt mục tiêu cách tâm nổ trong vòng 1.000 km. Tuy nhiên, vì bán kính phá hoại quá lớn cũng như nguy cơ tiềm ẩn do bức xạ và xung điện từ (EMP) đã khiến các hệ thống ASAT hạt nhân không được đem ra thử nghiệm. Tuy thế, từ năm 1962 Mỹ đã cải tiến tên lửa mang đầu đạn hạt nhân Nike Zeus để làm chức năng chống vệ tinh, với mật danh Mudflap và tên lửa được ký hiệu là DM-15S. Một tên lửa đã được triển khai tại Kwajalein, Hawaii cho đến tận 1966 khi dự án này chấm dứt, nhường chỗ cho hệ vũ khí ASAT mới của không quân Mỹ- hệ thống Thor, được sử dụng đến tận 1972. Trong những cuộc thử khác, Mỹ cũng cho nổ một số vũ khí hạt nhân ở độ cao lớn. Năm 1958, một vụ nổ 1,4 Mt (*megaton, tương đương sức nổ 1 triệu tấn thuốc nổ quân sự tiêu chuẩn TNT)* đã được thực hiện ở độ cao 400km trên Thái Bình Dương, phá hỏng 3 vệ tinh và đồng thời làm gián đoạn hoạt động truyền tải điện và thông tin liên lạc trên suốt vùng Thái Bình Dương. Hiệp ước về khoảng không vũ trụ (OST) năm 1967 đã cấm sử dụng vũ khí hạt nhân trên vũ trụ.

Những quan niệm được cân nhắc khác bao gồm việc sử dụng vũ khí ASAT có và không có người điều khiển từ trên quỹ đạo. Trạm vũ trụ có người điều khiển sẽ gặp vệ tinh rồi vô hiệu hóa hoặc bắt giữ. Việc sử dụng cơ cấu tự huỷ tự động trong quân sự khiến sự việc trở nên nguy hiểm và quan niệm này đã nhanh chóng được thay thế bằng cách dùng một phương tiện có người lái với vũ khí điều khiển từ xa. Vũ khí ASAT không người lái trên quỹ đạo cũng có cùng nhược điểm như công kích từ máy bay - không thể phát triển các hệ thống dẫn và đánh chặn đủ sức thực hiện một cuộc đánh chặn. Ngoài ra còn có những ý tưởng khác theo hướng vũ khí ASAT quỹ đạo không người lái, như dùng vệ tinh cảm tử, phương tiện rải mìn vũ trụ và phương tiện đánh chặn vũ trụ dùng một lần.

Liên Xô đã đi theo cách tiếp cận dùng vệ tinh cảm tử vì đó là cách làm đơn giản rẻ tiền nhất. Những thiết kế này gọi là vệ tinh tiêm kích (Istrebitel Spunikov) và công trình phát triển được khởi sự từ đầu những năm 60 và những chuyến bay thử đầu tiên được thực hiện năm 1968. Dự án đã chấm dứt năm 1972 theo các điều khoản của Hiệp ước SALT I, song hệ thống đã được triển khai và hoạt động thử nghiệm các hệ thống mới vẫn được tiếp tục cho đến tận 1982, khi toàn bộ quan niệm này bị loại bỏ, có lẽ để theo đuổi các hệ thống ASAT vũ trụ cao cấp hơn, mặc dù việc liệu những thiết kế ấy có được triển khai hay không vẫn là chủ đề tranh cãi kịch liệt. Liên Xô cũng đã thử nghiệm laser ASAT lớn đặt trên mặt đất từ những năm 1970, và nghe nói một số vệ tinh gián điệp của Mỹ đã *bị mù* trong những năm 70 và 80 của Thế kỷ XX.

Mỹ đang theo đuổi một cách tiếp cận kỹ thuật hơn về vũ khí đặt trên vũ trụ. Lĩnh vực nghiên cứu chủ yếu nhằm vào các vũ khí năng lượng định hướng, trong đó có một dự án kỳ quái - laser bơm bằng năng lượng nổ hạt nhân của Labô Quốc gia LLNT năm 1968. Một nghiên cứu khác dựa trên các laser hoặc maser thông thường, và được phát triển để thực hiện ý tưởng về dùng một vệ tinh có gắn laser cố định và một tấm gương có thể triển khai để hướng chùm tia tới mục tiêu. Labô LLNT tiếp tục cân nhắc những công nghệ mũi nhọn hơn, song việc phát triển hệ thống laser tia X của họ đã bị cắt bỏ năm 1977 (mặc dù công trình laser tia X được nối lại trong những năm 1980 với tư cách là một bộ phận của chương trình SDI). Liên Xô đã nghiên cứu

vũ khí năng lượng định hướng, trong khuôn khổ dự án Fon, từ 1976, song những yêu cầu kỹ thuật cần có của laser khí động công suất cao và các hệ thống chùm hạt trung tính hoặc tích điện dường như vẫn nằm ngoài tầm với. Đầu những năm 80, Liên Xô cũng đã bắt đầu phát triển một hệ thống ASAT phóng từ máy bay tương tự như của không quân Mỹ, dùng máy bay MiG-31 cải biến làm phương tiện mang phóng (ít nhất đã cải tạo xong một máy bay). Sau khi Liên Xô sụp đổ, máy bay này dự kiến được dùng làm phương tiện phóng các tải trọng khoa học và thương mại lên quỹ đạo. Những phát triển chính sách mới đây có thể đã cho thấy việc Nga tái khởi động chương trình Vũ khí ASAT phóng từ trên không, mặc dù điều này chưa hề được khẳng định.

Sáng kiến chủ động phòng thủ chiến lược (SDI) đã tạo một sức bật đáng kể cho các chương trình ASAT của Mỹ và Liên Xô, các dự án ASAT được điều chỉnh cho phù hợp với việc sử dụng tên lửa ABM và sự đảo ngược này đã thành hiện thực. Kế hoạch ban đầu của Mỹ phải sử dụng phương tiện MHV đã phát triển với tư cách một cơ sở cho một chùm khoảng 40 phương tiện mang phóng triển khai tới 1.500 phương tiện đánh chặn động năng. Năm 1988 dự án của Mỹ đã chuyển sang phát triển mở rộng bốn giai đoạn. Giai đoạn đầu sẽ gồm hệ thống phòng thủ Brilliant Pebbles, một chùm vệ tinh với 4.600 phương tiện đánh chặn động năng (KE ASAT), mỗi phương tiện có khối lượng 45 kg, đặt trên quỹ đạo gần trái đất (LEO), và hệ thống bám đi kèm. Giai đoạn tiếp theo sẽ triển khai các phương tiện mang phóng lớn hơn và các giai đoạn sau đó sẽ bao gồm các vũ khí laser và chùm hạt tích điện, cái sẽ được phát triển vào thời đó từ những dự án hiện có, như MIRACL. Theo dự kiến, giai đoạn một phải được hoàn tất vào khoảng năm 2000 với chi phí cỡ125 tỷ đô la.

Tuy nhiên, hoạt động nghiên cứu tại Mỹ và Nga đã khẳng định rằng những nhu cầu này, ít nhất là những hệ thống vũ khí năng lượng đặt trên quỹ đạo, gần như không khả thi. Tuy vậy, ý nghĩa chiến lược của một đột phá bất ngờ có thể có về công nghệ đã buộc Liên Xô phải chi những khoản khổng lồ cho nghiên cứu trong Kế hoạch 5 năm lần thứ 12, dồn mọi bộ phận khác nhau của dự án vào với nhau dưới sự kiểm soát của GUKOS và bắt kịp thời hạn triển khai năm 2000 mà Mỹ dự kiến.

Từ 1989 cả hai nước bắt đầu cắt giảm chi phí và Liên Xô đã đơn phương ngừng toàn bộ hoạt động nghiên cứu chống SDI trong năm 1992. Tuy nhiên, hoạt động nghiên cứu và phát triển (cả hệ thống ASAT lẫn vũ khí triển khai trên Vũ trụ) nghe nói đã được chính quyền Putin phục hồi như là một biện pháp đối phó với nỗ lực Phòng thủ chiến lược đã đổi mới của Mỹ [*hậu Hiệp ước Tên lửa chống tên lửa*]. Song, không ai biết rõ hiện trạng của những nỗ lực này, hoặc thực ra chúng được cấp kinh phí ra sao. Dưới thời Clinton, Mỹ đã giảm chi phí đáng kể; song tình hình này dường như đã bị Tổng thống George W. Bush đảo ngược.

(Theo Wikipedia, Bách khoa thư tra cứu tự do)

16 - RADAR

Radar là loại phương tiện quan trắc, định vị dựa trên hiện tượng phản xạ (dội lại) của sóng điện từ khi gặp vật cản trên đường truyền lan. Thuật ngữ radar nguyên là chữ viết tắt của cụm từ *Radio Ditection and Ranging*, nghĩa là là phát hiện và đo khoảng cách bằng sóng vô tuyến điện. Với sự xuất hiện của radar, lần đầu tiên con người đã có khả năng quan sát xa hơn tầm nhìn thẳng của mắt người, kể cả tầm quan trắc đã được tăng cường đáng kể nhờ khí tài quang học. Không những thế, radar còn cho phép nhìn xuyên các vật cản như khói, bụi, mây, mưa, tán lá... và nhất là tạo khả năng quan trắc trong mọi thời tiết, suốt ngày đêm.

Trong quân sự, radar làm ba nhiệm vụ chính là quan trắc (cảnh giới), bắt bám mục tiêu và dẫn hướng hay điều khiển vũ khí. Ngoài ra, nó còn được sử dụng ngày càng nhiều trên vệ tinh như là một phương tiện trinh sát, kể cả trinh sát chụp ảnh. Nó

có thể sử dụng riêng rẽ hoặc với tư cách là một thành phần (phân hệ) trong hệ thống vũ khí trang bị. Khi sử dụng riêng rẽ, nó thường được gọi là đài hay trạm radar. Các thành phần cơ bản của radar gồm anten, khối phát, khối thu, khối xử lý, khối điều khiển thể hiện và trạm nguồn radar. Trong các radar hiện đại, còn có các phân hệ tác chiến điện tử (chủ yếu là bảo vệ điện tử) và xử lý tín hiệu (phát cũng như thu) dựa trên máy tính điện tử.

Hệ thống radar hiện đại làm việc trong một vùng tần số rộng, gồm các sóng vô tuyến từ vài megahertz (*MHz, 10^6 chu kỳ/giây*) tới hàng gigahertz (*GHz, 10^9 chu kỳ/giây*). So với dải sóng ánh sáng (kể cả sóng ánh sáng nhìn thấy hay thị tần lẫn các sóng tử ngoại và hồng ngoại), sóng vi ba thường dùng trong radar có lợi thế có khả năng xuyên khói, mây, sương mù nặng. Không những thế, nhờ khả năng xuyên thấu vật cách điện, radar có thể phát hiện những vật bị che khuất bằng những vật liệu nhất định, không quan sát được bằng mắt thường. Nhờ khả năng truyền lan qua các bề mặt cong, radar có khả năng phát hiện vật thể ở khoảng cách xa hơn nhiều so với khả năng dùng mắt quan sát. Vì lẽ đó, bên cạnh việc sử dụng radar trong trang bị quân sự, nó còn là phương tiện không thể thay thế trong các ngành hàng không, hàng hải dân dụng và có nhiều ứng dụng quan trọng khác, như trong khí tượng, đồ bản, thiên văn...

Mặc dù khả năng dùng sóng điện từ để định vị đã được Hertz (Đức) phát hiện từ 1886, và một năm sau đó, hiện tượng dội lại của sóng điện từ đã được Popov (Nga) phát hiện, song mãi đến 1935 mới xuất hiện radar đầu tiên tại Đức và Anh, dùng trong quân sự. Một trong những mẫu đó là radar Chain Home của Anh, để cảnh giới máy bay, với cự ly phát hiện 350km. Tới năm 1938, radar đã được chế tạo và sử dụng tại khá nhiều nước, như Đức, Mỹ, Nhật và Liên Xô. Lúc này, radar điều khiển hoả lực pháo mặt đất và hạm nổi hải quân đã được chế tạo tại Mỹ. Chiến tranh Thế giới II (1939-1945) đã chứng kiến những phát triển đột phá trong lĩnh vực radar. Năm 1940, xuất hiện những sáng chế đèn phát cao tần, công suất lớn, như đèn klystron của Mỹ và đèn magnetron của Anh. Điều đó đã cho phép chế tạo những radar mạnh, làm việc trên những tần số cao hơn, như radar 3GHz của Mỹ 1942, radar sóng centimet 1943. Chúng không chỉ phát hiện được máy bay, mà còn phát hiện được cả kính tiềm vọng của tàu ngầm đang lặn, góp phần đáng kể vô hiệu hoá lực lượng tàu ngầm hùng mạnh của Đức Quốc xã.

Tuy nhiên, thời kỳ Chiến tranh Lạnh 1946-1991 mới là lúc chứng kiến những phát triển vượt bậc của radar quân sự. Từ đầu những năm 50 đã xuất hiện những mạng radar cảnh giới phòng không Quốc gia khổng lồ, trong đó lớn nhất là các hệ thống BMEWS và DEWLINE kéo dài từ Greenland tới Alaska của Mỹ, hệ thống NADGE của NATO và Hệ thống radar mạng pha của Nga/ Liên Xô. Tới 1960, đã xuất hiện những radar mạch rắn hay radar bán dẫn đầu tiên; đồng thời cũng xuất hiện tên lửa phòng không dẫn bằng radar đầu tiên. Trong số này đáng chú ý là tên lửa S-75 (Liên Xô), phương tiện sau đó đã bắn rơi máy bay trinh sát chiến lược U-2 (Mỹ) đang hoạt động ở độ cao trên 20.000m, chấm dứt huyền thoại về máy bay siêu cao không thể bắn hạ này.

Từ những phát triển đó, đã xuất hiện hàng loạt loại radar mới về nguyên lý, với chức năng ngày càng phong phú, tính năng và hiệu quả ngày càng cao. Những năm 70, xuất hiện radar mạng pha quét điện tử, điều khiển bằng máy tính đầu tiên mà điển hình là trạm cảnh giới tên lửa đường đạn Cobra Dane của Mỹ; những năm 80- radar sóng milimet và hạ tần (ELF); những năm 90 xuất hiện radar độ mở tổng hợp có độ nét cao, và đặc biệt, đã xuất hiện radar hai trạm- trạm thu và trạm phát đặt riêng - phương tiện có thể phát hiện cả máy bay tàng hình.

Thời kỳ chiến tranh phá hoại ở Việt Nam 1964-1973, hầu như mọi máy bay hiện đại đều được trang bị radar. Trên mặt trận đất đối không, radar không chỉ được dùng để trinh sát, điều khiển pháo và tên lửa phòng không, mà đã thực sự trở thành xương sống của lực lượng phòng không các nước. Đã xuất hiện những hệ thống điều khiển hỏa lực trên cơ sở radar, dùng trong phòng không chống máy bay cũng như chống tên lửa đối hạm. Một trong những phương tiện phòng không cơ động đầu tiên được điều khiển bằng radar là hệ thống pháo phòng không tự hành ZSU-23-4 của Liên Xô/Nga. Trên những hệ thống phòng không tự hành hiện đại hơn, như hệ thống Tunguska của Nga, thậm chí có đến hai radar riêng, một để sục sạo tìm mục tiêu, một để điều khiển bắn.

Ngoài ra, còn xuất hiện tên lửa đối hạm dẫn bằng radar. Trong Cuộc Chiến tranh Malvinat (*phương Tây gọi là Chiến tranh Falkland*) 1982, tên

lửa đối hạm dẫn bằng radar sóng milimet Exocet của Achentina (do Pháp chế tạo) đã bắn chìm và bắn hỏng hạm tàu của Anh với xác suất cao khó tưởng tượng - 25% với tên lửa phóng từ máy bay, và thậm chí 50% với tên lửa phóng từ trên bờ biển.

Cũng chính do vai trò ngày càng to lớn của radar, từ giữa những năm 60 cuộc chiến chống radar và vũ khí dẫn bằng radar đã tạo ra một loạt các thiết bị tác chiến điện tử mới, tinh vi hơn hẳn so với thời kỳ Chiến tranh Thế giới II. Đến 1966 thực sự xuất hiện vũ khí chống radar chuyên dụng đầu tiên - tên lửa chống bức xạ AGM-45 Srike, trang bị phổ biến cho máy bay chiến đấu của Mỹ. Và đến 1974, tức là chỉ 2 năm sau trận *"Điện Biên Phủ trên không"*, máy bay *"tàng hình"* đầu tiên F-117 đã được nghiên cứu chế tạo, với mong muốn loại trừ mối đe dọa của radar. Tuy nhiên, cho đến Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999, bản thân máy bay tàng hình vẫn bị tên lửa dẫn bằng radar bắn rơi.

Đã xuất hiện nhiều chủng loại radar nguyên lý mới khác, mà trong đó, đáng chú ý là radar nhảy tần phổ rộng, radar thay đổi cực tính, radar đơn xung, radar xung vuông và ra đa "tàng hình" - loại radar có công suất trung bình thấp hơn so với nền nhiễu môi trường. Nên lưu ý rằng, những nguyên lý chế tạo radar này thường được tích hợp với nhau, tạo nên nhiều tính năng mới. Chẳng hạn, tích hợp giữa các công nghệ nhảy tần, mạng pha và tàng hình hóa radar, hoặc giữa xung vuông và tàng hình, sẽ tạo cho radar một diện mạo mới, có thể làm thay đổi cục diện trong cuộc chiến giữa radar và phương tiện mang phóng tàng hình.

Sự phát triển của radar thành công đến nỗi, cho đến nay, đã có hàng loạt phương tiện trinh sát, định vị, làm việc trên những phổ năng lượng khác, song vẫn hoạt động theo nguyên lý radar. Điển hình trong số này là sonar- hay thiết bị định vị thuỷ âm, thiết bị định vị pháo dựa trên tiếng nổ đầu nòng và lidar, hay radar laser - loại radar làm việc trên dải quang tần.

16.1. RADAR PHÒNG KHÔNG

Trong quân sự, radar phòng không mặt đất là hệ thống radar triển khai trên lãnh thổ Quốc gia. Đây là lĩnh vực có sự đóng góp tích cực nhất của phương tiện điện tử này.

Radar phòng không mặt đất rất phong phú về chủng loại và kiểu dáng. Theo một số thống kê, đến giữa những năm 90, trên Thế giới có tới 720 mẫu radar phòng không khác nhau, từ cố định tới cơ động. Một số Quốc gia có tiềm lực công nghệ như Liên Xô/Nga có tới 120 mẫu, Mỹ có 227 mẫu, Anh có 117 mẫu và các nước khác chế tạo được tới 243 mẫu radar phòng không khác nhau. Tại một số Quốc gia, như Trung Quốc, radar phòng không được chế tạo cả theo mẫu của Liên Xô lẫn mẫu tự thiết kế.

Một trong những vai trò chính của radar phòng không mặt đất là chống xâm nhập đường không cấp chiến lược. Để làm điều đó, radar thường được tổ chức thành mạng lưới, nhằm tạo điều kiện ra quyết định cũng như điều khiển vũ khí phòng không một cách nhanh chóng. Trong thời Chiến tranh Lạnh, trên Thế giới có bốn hệ thống radar cảnh giới trên bộ được coi là hoàn hảo nhất. Trong số này có tới ba hệ thống thuộc Mỹ và NATO. Đó là mạng lưới báo động sớm tên lửa đường đạn BMEWS, gồm ba trạm, triển khai trên lục địa Bắc Mỹ và Canađa; hệ thống cảnh giới máy bay DEWLINE kéo dài từ Alasca tới Greenland thuộc Bộ chỉ huy phòng không Bắc Mỹ NORAD; hệ thống phòng không liên hợp NADGE của NATO. Trong các hệ thống này, các hoạt động phát hiện mục tiêu, thu thập, xử lý và truyền dữ liệu về các trung tâm chỉ huy khu vực Bắc, Trung và Nam Đại Tây Dương, được tự động hóa hoàn toàn. Từ những năm 70, toàn bộ các hệ thống radar cảnh giới cũ được thay thế dần bằng các trạm radar hiện đại, bảo đảm quan sát không gian có hiệu quả hơn. Tuy nhiên, do quá phức tạp và cồng kềnh, các trạm này thường hay bị báo động giả, đòi hỏi phải phối kiểm bằng các phương tiện cảnh giới khác, chẳng hạn bằng radar đặt trên máy bay hoặc thậm chí vệ tinh.

Hệ thống phòng không mặt đất thứ tư thuộc Liên Xô, nay chủ yếu do Nga quản lý. Đây là hệ thống được tổ chức rất chặt chẽ, phối hợp nhiều chủng loại radar, bảo đảm phát hiện mọi loại mục tiêu tiến công như tên lửa đường đạn, tên lửa hành trình và máy bay ném bom chiến lược. Mạng lưới gồm 5 trạm radar ngoài đường chân trời, 9 trạm radar mạng pha và 11 trạm radar tầm xa khác. Ngoài ra, để bổ trợ cho hệ thống radar mặt đất này, cũng còn có 9 vệ tinh cảnh giới, chuyên theo dõi, phát hiện tên lửa đường đạn ngay từ khi rời bệ phóng.

Các Quốc gia khác, nói chung đều xây dựng hệ thống radar cảnh giới, triển khai trên phần lãnh thổ của mình để bảo đảm phát hiện mục tiêu bay đột nhập. Quy mô mạng lưới radar tuỳ theo lãnh thổ, điều kiện địa lý, cũng như tiềm lực kinh tế và quốc phòng. Thí dụ, Trung Quốc là một Quốc gia có lãnh thổ rộng lớn, có một mạng lưới radar cảnh giới phòng không lớn với trên 1.500 trạm. Hiện tại, mạng radar cảnh giới phòng không của Trung Quốc đang được hiện đại hóa, cả với công nghệ mua sắm từ nước ngoài, lẫn bằng nỗ lực nghiên cứu phát triển trong nước.

Bên cạnh cảnh giới phòng không, radar còn được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống điều khiển hỏa lực, nhất là cho pháo và tên lửa phòng không. Đây cũng là một lĩnh vực đang phát triển rất mạnh, với chủng loại còn phong phú hơn nhiều so với radar cảnh giới phòng không. Trước hoạt động tác chiến điện tử, đã xuất hiện các radar mạng pha quét điện tử, radar xung, radar nhảy tần dải rộng và radar thay đổi cực tính theo quy luật giả ngẫu nhiên. Công nghệ khóa và bám mục tiêu tự động cũng được áp dụng, cho phép bám và điều khiển bắn ngay cả mục tiêu tàng hình. Trong Chiến tranh Ban Căng 1999, khóa mục tiêu trong thời gian cực ngắn, chỉ cần 2s (tức là còn ngắn hơn thời gian máy bay mở khoang để rải bom), là một trong những yếu tố giúp tên lửa phòng không của Nam Tư bắn hạ được máy bay tàng hình F-117A.

Trong các hệ thống điều khiển hỏa lực phòng không hiện đại, tích hợp nhiều loại sensor khác nhau về nguyên lý, từ hồng ngoại, laser tới quang học, radar vẫn là thành phần chính, là bộ phận hợp thành không thể thay thế.

ĐẠI TÁ. T. S. TRỊNH XUÂN TIẾN
DƯƠNG NGỌC QUỲNH

16.2. RADAR MẠNG PHA

Radar mạng pha (phased array radar) là loại radar quét cánh sóng bằng cách ứng dụng hiệu ứng tự can nhiễu của tín hiệu. Trong radar, một tín hiệu được phát đồng thời từ nhiều anten, tạo ra một cánh sóng trên phần còn lại của vùng không gian năng lượng điện từ đã tự triệt tiêu lẫn nhau. Bằng cách thay đổi pha của tín hiệu trước khi phát, hoàn toàn có thể làm thay đổi điểm can nhiễu và do đó thay đổi hướng của cánh sóng. Thay cho một anten lớn, hệ thống mạng pha gồm nhiều anten nhỏ đẳng hướng gọi là các chấn tử, thường được bố trí thành một mạng phẳng.

Radar mạng pha không cần chuyển động cơ khí. Cánh sóng có thể được quét bằng những dụng cụ điều khiển điện tử, gọi là các bộ dịch pha, cái cho phép điều khiển pha của từng chấn tử nhỏ. Nhờ đó, cánh sóng có thể quét với tốc độ rất cao, tới hàng ngàn độ trong một giây, đủ nhanh để chiếu vào nhiều mục tiêu riêng rẽ, đồng thời vẫn định kỳ sục sạo trên một vùng rộng. Bằng cách tắt mở một số chấn tử, cánh sóng có thể được xoè rộng để sục sạo, thu hẹp lại để bám, hoặc tách ra thành hai hoặc nhiều radar ảo.

Như vậy, với radar mạng pha lần đầu tiên vấn đề tạo hình, quét cánh sóng và điều khiển cánh sóng nói chung được điện tử hóa, tạo ra nhiều tính năng mới không thể thực hiện với radar truyền thống.

Thực tế, radar mạng pha đã được sử dụng ngay từ Chiến tranh Thế giới II, khi radar nói chung mới đang trong giai đoạn phát triển ban đầu. Song do những hạn chế về phương tiện điện tử đã khiến chúng không có độ chính xác cao. Từ những năm 70, radar mạng pha được triển khai sử dụng đầu tiên trong phòng chống tên lửa, như mạng BMEW của Mỹ và các mạng phòng không Quốc gia tiên tiến của Liên Xô/Nga và NATO. Sau đó, chúng dần được sử dụng trong hải quân, trở thành trái tim của hệ thống phòng không và chống tên lửa đối hạm trên hạm tàu, như hệ thống Aegis của Mỹ. Trong phòng không và chống tên lửa, chúng cũng được sử dụng ngày càng nhiều, như trên các hệ thống tên lửa Patriot của Mỹ hay S-400 của Liên Xô/Nga. Do không cần chi tiết động, radar mạng pha hoạt động tin cậy hơn, nhỏ nhẹ hơn (nhất là với các chấn tử mạch rắn), và nhiều khi cho phép sử dụng anten với hiệu quả cao hơn nhiều. Vì thế, radar mạng pha còn được sử dụng rộng rãi trên các hệ thống phòng không tự hành cấp chiến thuật, và thậm chí, đã có những mẫu radar mạng pha mang vác dùng cả cho pháo binh và bộ binh.

Do chi phí thiết bị điện tử giảm đi đáng kể, radar mạng pha đã trở nên ngày càng phổ biến. Ngày nay, hầu như tất cả các hệ thống radar quân dụng

hiện đại đều dựa trên cơ sở mạng pha, khi chi phí bổ sung không đáng kể cho phần điện tử được bù lại hậu hĩnh nhờ độ tin cậy cao hơn hẳn do nó không hề có chi tiết động. Hiện tại, dường như các thiết kế anten động chỉ còn giới hạn ở những ứng dụng mà trong đó chi phí vẫn là một yếu tố đáng kể, như radar thời tiết, radar thiên văn và các hệ thống tương tự.

Nhờ khả năng bám nhiều mục tiêu, radar mạng pha cũng rất có giá trị với máy bay. Máy bay đầu tiên được trang bị radar mạng pha là MiG-31 của Nga. Radar mạng pha SBI-16 Zaslon của MiG-31M hiện được coi là radar mạnh nhất Thế giới được dùng trên máy bay tiêm kích.

16.3. RADAR ĐA TRẠM

Radar đa trạm là loại radar trong đó trạm phát và trạm thu được để tách riêng. Khoảng cách giữa hai trạm có thể từ vài trăm mét tới hàng trăm kilomet. Hệ thống không nhất thiết chỉ lệ thuộc vào một máy thu. Ngược lại, có thể vận hành một số hệ thống trạm thu dựa trên một trạm phát chung. Khi chỉ có một trạm thu và một trạm phát hệ thống được gọi là radar hai trạm.

Một trong những nhược điểm chính của radar đa trạm là chi phí cao cho tính toán; chẳng hạn, vì lẽ với hệ thống radar này không thể xác định cự ly dựa trên xác định hiệu số thời gian giữa xung phát và xung phản xạ. Radar đa trạm cũng cồng kềnh hơn, đòi hỏi bố trí trên nhiều vị trí hơn.

Tuy nhiên, ưu điểm chính của radar đa trạm là có sức sống cao hơn trước trong môi trường tiến công (chế áp) điện tử, vì đối phương không thể phát hiện ra vị trí của trạm thu. Thực tế, trạm thu là một radar thụ động khiến đối phương không thể gây nhiễu trực tiếp cũng như dùng tên lửa chống radar. Mặt khác, sử dụng nhiều trạm thu với những bộ phận thụ động cũng cho phép giảm đáng kể chi phí chế tạo và sử dụng.

Trên thực tế, ngay từ những năm 60 trong Chiến tranh Việt Nam mạng radar đa trạm đã được tạo ra bằng cách sử dụng nhiều trạm radar thường ở chế độ phát luân phiên, hoặc dựa trên năng lượng điện từ của các loại radar khác, kể cả máy nhiễu trên máy bay đối phương. Trong Chiến tranh Ban Căng 1999, mạng sensor đa trạm còn được tạo ra nhờ các thiết bị trinh sát điện tử phổ rộng Tamara, cho phép định vị mục tiêu bay dựa trên tín hiệu phát thanh, truyền hình, cũng như từ các máy bay gây nhiễu trong và ngoài đội hình, chẳng hạn EA-6 và EF-111 của Mỹ. Tuy nhiên, nói một cách chính xác, mạng sensor như vậy không được coi là radar đa trạm (Xem *Radar thụ động*).

16.4. RADAR THỤ ĐỘNG

Radar thụ động là loại radar chỉ sử dụng một hoặc một số trạm thu, không có trạm phát. Hệ thống chỉ phát hiện tín hiệu phản xạ từ mục tiêu do các máy phát vô tuyến gần đó chiếu lên. Có thể có một hoặc nhiều trạm thu, được bố trí mọi nơi, hoạt động phối hợp với một hoặc nhiều máy phát. Vì thế, về mặt nào đó có thể coi radar thụ động là một hệ thống radar đa trạm.

Quan niệm phát hiện bằng radar thụ động - khai thác tín hiệu vô tuyến từ môi trường do một máy phát ở xa tạo ra - không phải là mới. Thực vậy, những thực nghiệm radar đầu tiên được tiến hành tại Anh năm 1935 đã lợi dụng sóng phát thanh của đài BBC để phát hiện một máy bay ném bom ở cự ly 12km. Từ những năm 60, trong nhiều thập kỷ giới quân sự và tình báo Mỹ đã quan tâm đến khả năng phát hiện mục tiêu trên không và trên biển bằng radar thụ động.

Cũng nên lưu ý rằng đôi khi trong giới truyền thông đại chúng thuật ngữ *"radar thụ động"* được sử dụng sai lạc để mô tả các sensor tần số vô tuyến có khả năng phát hiện và bám máy bay nhờ bức xạ vô tuyến từ bản thân máy bay (như radar, thiết bị truyền tin và máy phát đáp). Các hệ thống này được mô tả chính xác hơn là các thiết bị bảo vệ điện tử, khai thác độ chênh thời gian tới (từ nhiều hướng) hoặc tam giác đạc để định vị mục tiêu. Thí dụ điển hình là các hệ thống trinh sát Tamara và Vera do Czech phát triển, cũng như hệ thống Kolchura của Ucraina.

Như đã biết, hệ thống radar hai trạm là hệ thống mà trong đó các anten để phát và thu tín hiệu radar được đặt cách xa nhau. Trong suốt thời kỳ phát triển ban đầu của radar, tất cả các hệ thống radar đều thuộc loại radar hai trạm vì người ta chưa phát triển được công nghệ cho phép chuyển anten từ chế độ

phát sang chế độ thu và ngược lại. Từ đầu những năm 30, nhiều nước đã sử dụng các hệ thống hai trạm trong các mạng phòng không, chẳng hạn, hệ thống Chain Home của Anh, hệ thống radar hai trạm sóng liên tục của Pháp, hệ thống radar RUS-1 của Liên Xô và hệ thống Type A của Nhật.

Đến năm 1936, với việc phát triển bộ đồng bộ hóa, các radar hai trạm đã nhanh chóng chuyển thành các hệ thống radar đơn trạm. Các hệ thống radar đơn trạm dễ khai thác sử dụng hơn nhiều, vì đã loại trừ được nhiều vấn đề phức tạp, nhất là về hình học, do vị trí tách biệt của máy thu và máy phát. Ngoài ra, với việc giảm nhỏ kích cỡ các bộ phận còn có thể đưa radar lên hạm tàu và máy bay. Đầu những năm 50, radar hai trạm lại được quan tâm trở lại với việc phát hiện ra một số thuộc tính đáng chú ý của năng lượng radar tán xạ. Và tới 1955, thuật ngữ radar *"hai trạm"* đã được sử dụng lần đầu tiên, trong báo cáo của Seigel mô tả những thuộc tính này. Radar hai trạm đầu tiên là AN/FPS-23 Fluttar, sử dụng trong mạng lưới báo động DEW tại Bắc Mỹ, cho phép phát hiện máy bay ném bom thâm nhập từ tầm thấp.

Radar đa trạm thụ động dùng tín hiệu từ các máy phát khác để phát hiện và bám mục tiêu. Ngay từ Chiến tranh Thế giới II, Đức đã sử dụng một hệ thống radar hai trạm thụ động. Hệ thống này gọi là Kleine-Heidelberg, được đặt tại Ostend và hoạt động như một máy thu hai trạm, sử dụng máy phát của radar Chain Home của Anh làm trạm phát, để phát hiện máy bay trên phần phía Nam Biển Bắc.

Mặc dù có một số nhược điểm như lệ thuộc vào máy phát ngoài, đòi hỏi năng lực tính toán cao, song hệ thống radar thụ động có nhiều ưu điểm quý báu. Trong số này, đáng chú ý nhất là chúng có thể phát hiện máy bay tàng hình (bất kể chế tạo bằng vật liệu gì), trong khi đó vì không phát sóng nên không hề bị phát hiện, gây nhiễu tích cực và công kích bằng tên lửa chống radar. Cũng do không phát sóng, radar thụ động không đắt tiền, dễ triển khai, không gây nguy hại cho người sử dụng cũng như cho môi trường.

Có nhiều cách thiết kế mạng radar thụ động, đúng hơn, sử dụng trạm phát sóng cho radar thụ động. Về nguyên lý, radar thụ động hoàn toàn có thể sử dụng các đài phát truyền hình, phát thanh FM, máy phát điện thoại di động, hệ thống radar của đối phương và các phương tiện vũ trụ (tín hiệu của vệ tinh truyền tin và đạo hàng). Hệ thống radar khai thác máy phát điện thoại di động cho cự ly phát hiện cỡ 20km, trong khi đó, đài phát thanh FM cho cự ly 100-150km, còn dùng đài truyền hình cho cự ly lớn hơn vài lần. Hệ thống radar thụ động khai thác các máy phát radar khác có cự ly tương đương với radar được khai thác.

Hệ thống radar thụ động có thể bố trí cố định trên mặt đất cũng như trên các phương tiện mang cơ động, như tàu nổi, tàu ngầm và cả trên máy bay.

Hiện tại, hoạt động nghiên cứu radar thụ động đang ngày càng được quan tâm trên toàn Thế giới, thu hút nhiều Quốc gia và tổ chức, như Đức, Nga, Anh, Trung Quốc, NATO và Mỹ. Đặc biệt, tại Mỹ đang có các công trình phát triển radar thụ động dựa trên các công nghệ truyền thông mới, như công nghệ truyền hình độ nét cao HDTV, truyền hình số DVB-T. Dưới sự tài trợ của Cục Dự án Quốc phòng tiên tiến (DARPA), đã có những công trình nghiên cứu khả năng dùng radar đa trạm thụ động tạo ảnh mặt mở tổng hợp máy bay mục tiêu và nhận dạng mục tiêu tự động.

16.5. SONAR

Sonar là loại phương tiện quan trắc, định vị dựa trên sóng âm. Thuật ngữ sonar nguyên là chữ viết tắt của cụm từ *Sound Navigation and Ranging*, nghĩa là đạo hàng và đo khoảng cách nhờ sóng âm, nói đúng hơn, sóng thuỷ âm truyền lan trong nước. Có hai loại sonar: chủ động và thụ động. Với sự xuất hiện của sonar, lần đầu tiên con người đã có khả năng nhìn xuyên đại dương xa hơn đáng kể so với tầm nhìn của mắt người, vốn bị giới hạn do độ trong suốt kém và khả năng hấp thụ ánh sáng rất mạnh của nước.

Phương tiện theo dõi dựa trên sóng thuỷ âm đầu tiên được Lewis Nixon sáng chế ra năm 1906, để phát hiện núi băng trôi. Trong Chiến tranh Thế giới I, do nhu cầu tìm diệt tàu ngầm sonar ngày càng được quan tâm. Đến 1915, sonar đầu tiên đã được Paul Langevin (Pháp) sáng chế, để phát hiện tàu ngầm. Các sonar đầu tiên đều thuộc loại thụ động. Đến 1918, sonar chủ động đã được chế tạo tại cả Mỹ và Anh, và đến 1923 được đưa vào trang bị cho tàu khu trục săn ngầm. Trong Chiến tranh Thế giới II, sonar đã được trang bị cho các loại tàu chiến nổi

và tàu ngầm, và tỏ ra đặc biệt hữu ích khi kết hợp với các hệ thống vũ khí chống ngầm.

Trong quân đội hiện đại, sonar cả chủ động và thụ động đều được sử dụng rộng rãi, trong mọi loại tàu thuyền hải quân.

Sonar chủ động tỏ ra đặc biệt hữu dụng nhờ khả năng định vị chính xác. Nó hoạt động theo nguyên lý như radar: phát tín hiệu thuỷ âm. Sau đó, sóng âm truyền lan sẽ dội lại khi gặp vật thể, cho phép xác định vị trí của vật phản xạ. Tuy nhiên, dùng sonar chủ động khá nguy hiểm, vì nó không cho phép sonar nhận dạng mục tiêu, trong khi bất kỳ tàu thuyền quanh vùng nào cũng phát hiện được sóng âm này. Hơn nữa, cũng như với radar, sonar chủ động chỉ cho phép người sử dụng phát hiện đối tượng ở cự ly hạn chế, song lại cho phép đối tượng bị chiếu phát hiện ra nó từ xa hơn nhiều.

Do không cho phép nhận dạng chính xác và gây ồn, sonar chủ động được sử dụng trên các phương tiện mang phóng cao tốc (máy bay và máy bay lên thẳng) cũng như gây nhiều tiếng ồn (hầu hết các loại hạm nổi), song hiếm khi dùng cho tàu ngầm. Khi sử dụng trên tàu nổi và tàu ngầm, sonar thường được kích hoạt trong thời gian rất ngắn, nhằm giảm nguy cơ bị sonar thụ động của đối phương phát hiện. Như vậy, sonar chủ động thường được coi là phương tiện bổ trợ cho sonar thụ động. Với máy bay, sonar được dùng để tạo phao vô tuyến thuỷ âm sử dụng một lần, thả xuống khu vực tuần tra của máy bay hoặc lân cận vùng có thể có sonar của đối phương.

Sonar thụ động có nhiều ưu điểm, quan trọng nhất là không gây ồn. Nhìn chung, sonar thụ động có cự ly hoạt động lớn hơn nhiều so với sonar chủ động, đồng thời cho phép nhận dạng mục tiêu. Vì lẽ bất kỳ đối tượng cơ giới nào cũng gây tiếng ồn nên sớm muộn cũng sẽ bị phát hiện. Sonar chỉ cần dựa vào lượng tiếng ồn phát ra và lượng tiếng ồn trong vùng, cũng như công nghệ được áp dụng. Chẳng hạn, trên một tàu ngầm, sonar thụ động gắn trên mũi tàu sẽ phát hiện theo các hướng trong vùng 270°, với tâm là trục dọc của tàu, mạng sonar gắn trên thân tàu quan sát khoảng 160° mỗi mạn, và mạng sonar kéo theo quan sát toàn bộ 360°. Tín hiệu âm thu về sẽ được phân tích về hướng và đặc tính. Vì mỗi loại động cơ đều có tiếng ồn đặc thù, nên hoàn toàn có thể nhận dạng đối tượng theo tiếng ồn.

Sonar thụ động còn được dùng để xác định quỹ đạo mục tiêu. Quy trình này được gọi là phân tích chuyển động mục tiêu (TMA), cho phép xác định cự ly, hành trình và vận tốc của nó. Kỹ thuật này được thực hiện bằng cách đánh dấu hướng của nguồn âm theo thời gian, và sau đó xác định chuyển động tương đối của đối tượng nhờ các phương pháp hình học tiêu chuẩn.

Sonar thụ động là phương tiện có tính tàng hình và hữu dụng. Tuy nhiên, nó đòi hỏi các bộ phận công nghệ cao (như bộ lọc và máy thu dải thông) và đắt tiền. Nhìn chung, trên những hạm tàu đắt tiền sonar thụ động được triển khai dưới dạng mạng để tăng năng lực phát hiện. Có thể sử dụng chúng trên tàu nổi, tàu ngầm, cũng như máy bay và máy bay lên thẳng. Nói chung, sonar thụ động là phương tiện hiệu quả nhất trong phát hiện tàu ngầm.

Sonar và sinh vật biển

Một số loài sinh vật biển, như cá voi và cá heo, dùng các hệ thống định vị bằng tiếng vọng tương tự như sonar chủ động để định vị các động vật săn mồi và con mồi. Điều đáng ngại là máy phát sonar có thể khiến các sinh vật này bị lầm lẫn và lạc đường, thậm chí gây trở ngại khiến chúng không kiếm ăn và giao phối được. Theo phát hiện mới đây, sonar quân sự có thể đã khiến cho một số cá voi bị bệnh giảm áp lực (và kết quả bị dạt vào bờ biển).

Máy phát sonar công suất cao có thể gián tiếp giết chết các sinh vật biển. Tại Bahamas năm 2000, hải quân Mỹ đã dùng thử một máy phát 230 decibel có tần số trong dải 3 tới 7kHz. Kết quả, có 16 con cá voi bị dạt lên bờ, trong đó có 7 con đã chết. Tuy nhiên, ở mức công suất thấp, sonar có tác dụng bảo vệ các loài động vật biển có vú, khiến chúng không va phải tàu.

Sonar trung tần có tác dụng thu hút các động vật biển có vú trên khắp các đại dương toàn cầu, và vì vậy, bị các nhà môi trường kết án là gây tử vong cho loài động vật này. Ngày 19-10-2005 đã có một vụ kiện đệ trình lên tòa án tại Santa Monica, bang California, kết tội hải quân Mỹ tiến hành các cuộc thử nghiệm sonar vi phạm một số luật môi trường, trong đó có Luật về chính sách môi trường Quốc gia, Luật bảo vệ động vật biển có vú và Luật về các loài có nguy cơ tiệt chủng.

16.6. LIDAR

Lidar là loại phương tiện quan trắc, định vị dựa trên hiện tượng phản xạ (dội lại) của sóng ánh sáng khi gặp vật cản trên đường truyền lan. Thuật ngữ lidar nguyên là chữ viết tắt của cụm từ *Light Ditection and Ranging*, hoặc *Laser Imaging Ditection and Ranging*, nghĩa là phát hiện và đo khoảng cách bằng xung laser. Tương tự như công nghệ radar, lidar xác định cự ly của một vật thể bằng cách đo chênh lệch thời gian giữa các xung tín hiệu phát đi và nhận được, song là xung điện từ đơn sắc trong dải quang tần, hay xung laser.

Trong quân sự còn có thuật ngữ đồng nghĩa laser, bắt nguồn từ cụm từ *Laser Detection and Ranging*, để chỉ các hệ thống lidar tán xạ ngược đàn hồi, chủ yếu sử dụng trong quân sự. Phương tiện này còn được gọi là *laser radar* song dễ gây nhầm lẫn, vì nó sử dụng sóng ánh sáng laser chứ không phải sóng vô tuyến.

Khác biệt chính giữa lidar và radar là lidar có bước sóng ngắn hơn nhiều, nằm trong vùng tử ngoại, thị tần và hồng ngoại gần (từ 250 nanomet tới 10 micromet). Nhìn chung, do chỉ có khả năng tạo ảnh vật thể có kích thước lớn hơn và cùng lắm là bằng độ dài bước sóng được sử dụng. Vì thế, lidar có khả năng phát hiện xon khí, hạt mây, mưa, và vì vậy có nhiều ứng dụng trong nghiên cứu khí quyển và khí tượng. Một ứng dụng khá mới nữa là dùng lidar để vẽ bản đồ mắt trong quá trình phẫu thuật lazer, nhằm cho phép đưa dao mổ laser bám theo bất kỳ chuyển động nào của mắt. Trong lĩnh vực địa chất và địa chấn học, kết hợp sử dụng lidar đặt trên máy bay với đạo hàng vệ tinh GPS tạo ra một công cụ quan trọng để phát hiện và quan trắc các đứt gẫy và trồi sụt. Chúng cho phép lập mô hình địa hình chính xác và đo lường mức trồi sụt của địa hình. Tương tự, lidar mang trên máy bay còn được dùng để theo dõi các sông băng và có khả năng phát hiện lượng tăng giảm đáng kể của sông băng. Vệ tinh ICESat của NASA có mang một lidar để thực hiện mục đích này. Trong lâm nghiệp, lidar đặt trên máy bay cho phép đo độ cao của tán lá rừng, lượng sinh khối và khu vực có rừng che phủ. Trong nghiên cứu khí quyển, lidar được dùng để xác định nồng độ các thành phần nhất định ở trung tầng và thượng tầng khí quyển, như kali, natri, hoặc các phân tử chứa nitơ và Oxy cũng như các chất ô nhiễm không khí. Đây là một ứng dụng mang tính lưỡng dụng, vì đồng thời có thể dùng lidar để xác định và cảnh báo các tác nhân hoá học quân sự trong khí quyển.

Trong lĩnh vực quân sự, đã có nhiều nghiên cứu dùng lidar để tạo ảnh. Nhờ độ phân giải cao, phương tiện này đặc biệt hữu ích trong việc thu thập đủ chi tiết để nhận dạng các mục tiêu như xe tăng, pháo, bệ phóng tên lửa. Trong lĩnh vực này, do có ứng dụng tương tự như radar, chúng được gọi chung là ladar.

Một lĩnh vực ứng dụng quân sự khác của lidar là tạo ảnh ba chiều, ứng dụng cái gọi là kỹ thuật quan sát cửa. Kỹ thuật này dùng một laser xung và một camera cửa nhanh. Hiện nay, tại Thuỵ Điển, Đan Mạch, Mỹ và Anh đang có những chương trình nghiên cứu quân sự về tạo ảnh quan sát cửa ba chiều ở cự ly vài kilomet với độ phân giải và độ chính các về cự ly dưới mười centimet.

Tại cơ sở nghiên cứu nhiệt hạch JET ở Anh, Lidar Thomson Scattering đang được sử dụng để xác định các biên dạng mật độ điện tử và nhiệt độ của plasma.

17 - TÁC CHIẾN ĐIỆN TỬ

Tác chiến điện tử có thể hiểu là tổng hợp các biện pháp chiến thuật và kỹ thuật nhằm loại trừ, vô hiệu hóa hoặc giảm hiệu quả hoạt động của các phương tiện điện tử đối phương (mục tiêu điện tử), đồng thời bảo đảm sự hoạt động ổn định cho các phương tiện điện tử của quân nhà.

Tại các nước trên Thế giới, nó được gọi bằng những thuật ngữ khác nhau. Tại Liên Xô (cũ) và Nga ngày nay, nó được gọi là *"đấu tranh điện tử"* (REB), tại Trung Quốc gọi là *"đối kháng điện tử"*, còn tại Mỹ và các nước phương Tây gọi là "*tác chiến điện tử*" (EW). Tuy nhiên về bản chất, các nước đều

thống nhất cho rằng đó là dạng thức tác chiến trên phổ điện từ hay trên "mặt trận" điện từ - một mặt trận vô hình song hiện diện hầu như mọi lúc mọi nơi, từ trên không và vũ trụ, trên cũng như dưới mặt biển, trên cũng như dưới mặt đất, ngày cũng như đêm, thời bình cũng như thời chiến, và có vai trò ngày càng quan trọng trong tiến hành chiến tranh. Nói cách khác, với tác chiến điện tử, hoạt động quân sự không còn bó hẹp trong không gian vật chất bình thường mà đã được mở rộng sang một *"không gian"* hoàn toàn mới - không gian điện từ.

Các bộ phận của tác chiến điện tử

Tác chiến điện tử gồm ba bộ phận hợp thành là tiến công điện tử, bảo vệ điện tử và bảo đảm điện tử. Trong đó, tiến công điện tử (Electronic attack-EA), còn gọi là đối phó điện tử hay chế áp điện tử,[1] bao gồm mọi hoạt động liên quan tới việc khai thác sử dụng phổ điện từ một cách chủ động để ngăn chặn không cho đối phương sử dụng. Hầu hết hoạt động tiến công điện tử được thực hiện dưới dạng gây nhiễu, song còn bao gồm cả hoạt động tiến công mềm như đánh lừa điện tử và tiến công cứng - tiêu diệt bằng hỏa lực.

Bảo vệ điện tử (electronic protect - EP), còn gọi là đối phó bảo vệ điện tử hoặc chống đối phó điện tử,[2] gồm mọi hoạt động liên quan tới chống phá hoạt động tiến công điện tử của đối phương. Bảo vệ điện tử chủ động bao gồm việc cải tiến kỹ thuật các thiết bị truyền tin vô tuyến (như nhảy tần phổ rộng), trong khi bảo vệ điện tử thụ động bao gồm việc giáo dục thao tác viên (giữ nghiêm kỷ luật) và cải tiến kỹ thuật trên chiến trường.

Bảo đảm điện tử (electronic support - ES), còn gọi là trinh sát điện tử, là hoạt động khai thác sử dụng phổ điện từ để thu thập tình báo về các bên tham chiến trên chiến trường. Ngoài phục vụ cho các nhiệm vụ tiến công và bảo vệ điện tử, tin tình báo này còn có thể được sử dụng trực tiếp cho nhiệm vụ hỏa lực pháo binh hoặc ra lệnh không kích.

Tiến công điện tử và bảo vệ điện tử có thể bị đối phương phát hiện do phải phát sóng chủ động. Tuy nhiên, hoàn toàn có thể tiến hành hoạt động bảo đảm điện tử mà đối phương không hề biết. Hoạt động bảo đảm điện tử cấp chiến lược, tình báo tín hiệu - SIGINT, được hầu hết các Quốc gia thực hiện một cách thường xuyên để thu thập dữ liệu tình báo về trang bị và chiến thuật điện tử của đối phương tiềm tàng.

Tiến công điện tử, nói cho cùng nhằm "đánh lừa" radar, sonar hoặc các phương tiện phát hiện khác của đối phương. Chúng có thể được sử dụng một cách chủ động hoặc thụ động theo bất kỳ phương pháp nào để ngăn không cho đối phương thu nhận được thông tin về mục tiêu. Hệ thống tiến công điện tử có thể tạo ra nhiều mục tiêu giả cách biệt nhau, làm cho mục tiêu thực dường như biến mất hoặc chuyển động một cách ngẫu nhiên. Chúng được sử dụng có hiệu quả để bảo vệ máy bay trước tên lửa có điều khiển, vì thế được sử dụng rộng rãi trong không quân hầu hết các nước.

Tiến công điện tử chủ động thường thực hiện dưới dạng gây nhiễu. Tiến công điện tử thụ động bao gồm việc dùng sợi nhiễu tạp và pháo sáng để chống tên lửa đang tiếp cận, cũng như dùng mồi bẫy hồng ngoại, tăng dấu hiệu radar và gây nhiễu đầu tự dẫn giai đoạn cuối của tên lửa.

Tiến công điện tử được thực hiện trong hầu như mọi lực lượng quân sự, trên bộ, trên biển hoặc trên không. Máy bay là vũ khí hàng đầu trong tiến công điện tử, vì lẽ chúng có vùng bao quát mặt đất lớn hơn so với một đơn vị trên trên biển hoặc trên bộ. Khi được sử dụng có hiệu quả, tiến công điện tử có thể khiến máy bay khỏi bị tên lửa đất đối không hoặc không đối không bám theo.

Tiến công điện tử gắn liền với gây nhiễu, nhằm che chắn và loại trừ các mối đe dọa. Đang tồn tại nhiều phương pháp tinh vi để gây nhiễu một tín hiệu điện từ. Che chắn bao gồm việc tạo tín hiệu với công suất mạnh đến nỗi máy thu radar bị quá tải không thu nhận được tín hiệu phản hồi. Loại trừ bao gồm việc sử dụng tên lửa chống radar và bom dẫn theo tín hiệu của radar và tiêu diệt nguồn phát xạ.

Về lý thuyết, còn có một loại hình tiến công điện tử khác mang tính tiến công hơn. Nó gắn với việc sử

---

(1) Đối phó điện tử (electronic countermeasures) là thuật ngữ tương đối cũ, được sử dụng phổ biến trong các tài liệu Mỹ và phương Tây. Còn chế áp điện tử là thuật ngữ hiện dùng tại Việt Nam.

(2) Đối phó bảo vệ điện tử (electronic protect countermeasures) và chống đối phó điện tử (electronic counter-countermeasures) là những thuật ngữ tương đối cũ, được sử dụng phổ biến trong các tài liệu Mỹ và phương Tây.

dụng xung điện từ (EPM) để gây quá tải hoặc đốt cháy (đánh thủng) mọi phương tiện điện tử. Loại hình này có thể được sử dụng để nhanh chóng diệt năng lực truyền tin của đối phương, mặc dù nhiều trung tâm truyền tin hiện đại, cố định và cơ động, đã được bảo vệ chống xung điện từ. Nó còn là một vũ khí tâm lý chiến rất có ích, khi khiến cho mọi máy truyền hình, vô tuyến, máy tính và điện thoại di động trở nên vô dụng.

Bảo vệ điện tử, hay chống đối phó điện tử, gắn với khả năng hoạt động của hệ thống thiết bị điện tử khi bị tiến công điện tử. Nói cho cùng, bảo vệ điện tử nhằm bảo đảm cho các phương tiện điện tử của quân nhà làm việc có hiệu quả và ổn định trong điều kiện đối phương sử dụng các biện pháp trinh sát và chế áp điện tử. Vì thế, bảo đảm điện tử bao gồm các hoạt động chống trinh sát điện tử, chống nhiễu và chống vũ khí điều khiển chính xác, dung hoà trường điện từ và kiểm soát kỷ luật phát xạ điện từ. Trên thực tế, vấn đề bảo vệ điện tử thường mang nghĩa chống gây nhiễu. Với radar, thường gặp một số dạng bảo vệ điện tử sau đây.

Cắt cánh sóng bên. Có thể gây nhiễu cho radar từ những hướng khác với hướng chính của anten radar. Khi nhiễu đủ mạnh, máy thu radar có thể nhận được tín hiệu nhiễu từ các cánh sóng bên có độ tăng ích nhỏ. Tuy nhiên, radar vẫn xử lý tín hiệu này như là nhận được từ cánh sóng chính. Vì vậy, có thể thấy có nhiễu cả trên những hướng không bố trí máy nhiễu. Để đối phó, dùng một anten phụ đẳng hướng để tạo ra một tín hiệu so sánh. Bằng cách so sánh cường độ tín hiệu thu được trên cả hai anten, có thể nhận biết được tín hiệu ngoài hướng quan tâm và loại bỏ nó.

Lên giọng hay điều chế tần số tuyến tính là một phương pháp điện tử để tăng cường độ tín hiệu biểu kiến do máy thu radar thu được. Xung radar được lên giọng, tức là tần số mang được biến thiên ngay trong xung. Khi xung đến mục tiêu và phản xạ lại máy thu, tín hiệu được xử lý sao cho tạo thêm một độ trễ như là một hàm của tần số. Điều đó có tác dụng khiến xung dường như mạnh hơn, song trong thời hạn ngắn hơn, khiến cường độ tín hiệu thu được cao hơn cường độ nhiễu. Trong khi đó, xung nhiễu (dùng trong gây nhiễu đánh lừa) không có cùng kiểu lên giọng, và do đó không có tác dụng tăng cường độ tín hiệu.

Nhảy tần là kỹ thuật nhanh chóng thay đổi tần số phát, và chỉ thu tần số đó trong một cửa sổ thời gian thu. Điều đó có tác dụng đánh lạc hướng máy phát nhiễu, do không thể phát hiện quá trình nhảy tần, và chuyển tần số nhiễu đủ nhanh. Nó còn có tác dụng chống gây nhiễu chặn, khiến máy nhiễu phải rải năng lượng trên một vùng tần số rộng, và do đó giảm công suất trên trên tần số được radar sử dụng thực tại bất kỳ thời điểm nào.

Phân cực hóa có thể dùng để lọc những tín hiệu không mong muốn, như tín hiệu nhiễu. Nếu máy nhiễu và máy thu radar không có cùng phân cực, tín hiệu nhiễu có thể bị tổn thất khiến nó giảm hiệu quả. Có bốn phân cực cơ bản là dọc, ngang, vòng thuận và vòng nghịch. Tổn hao tín hiệu vốn có trong một cặp phân cực chéo (máy phát khác máy thu) là 3dB đối với các kiểu phân cực khác nhau, và tới 17dB đối với các cặp phân cực đối lập nhau. Bên cạnh tổn hao công suất đối với máy nhiễu, máy thu radar cũng có lợi do sử dụng hai anten phân cực khác nhau trở lên và so tín hiệu trên từng anten. Hiệu ứng này có thể hạn chế có hiệu quả toàn bộ tín hiệu nhiễu sai cực tính, mặc dù gây nhiễu đủ mạnh vẫn có thể che lấp tín hiệu thực.

Bảo đảm điện tử liên quan tới những hành động nhằm tìm kiếm, thu chặn, nhận dạng và định vị các nguồn năng lượng điện từ được bức xạ nhằm xác định trực tiếp mối đe dọa. Như vậy, trong tác chiến điện tử, bảo đảm điện tử tạo ra một nguồn thông tin cần có để quyết định tức khắc các biện pháp tiến công điện tử, bảo vệ điện tử, lẩn tránh, xác định mục tiêu, và những hoạt động triển khai chiến thuật khác. Dữ liệu bảo đảm điện tử có thể được dùng để tạo ra tình báo tín hiệu (SIGINT), cả tình báo truyền tin (COMINT) lẫn tình báo điện tử (ELINT).

Tác chiến điện tử trong lịch sử

Tác chiến điện tử có lịch sử phát triển mới hơn 100 năm, gắn với sự xuất hiện và ứng dụng ngày càng rộng rãi trong quân sự của trang bị điện tử. Cuộc chiến điện tử đầu tiên xuất hiện vào 15-4-1904, trong Chiến tranh Nga-Nhật, khi tàu chiến Nga gây nhiễu các phương tiện truyền tin vô tuyến trên tàu chiến Nhật, gây khó khăn đáng kể cho việc hiệu chỉnh đường ngắm của pháo trên hạm tàu đánh vào Cảng Artur (Lữ Thuận) do Nga kiểm soát.

Trong Chiến tranh Thế giới I, hoạt động thu chặn điện tín, hữu tuyến và vô tuyến, phát triển nhanh chóng đến nỗi người ta bắt đầu phải chế tạo các bộ lập mã và giải mã tự động cho các máy điện báo. Từ những năm 30, với việc đưa thiết bị vô tuyến điện thanh lên các phương tiện chiến đấu, nhất là máy bay, và sử dụng nhân viên mặt đất chỉ thị mục tiêu không kích, đã xuất hiện hàng loạt thiết bị định vị đài phát.

Trong Chiến tranh Thế giới II, sự xuất hiện của radar tạo ra khả năng phát hiện mục tiêu, điều khiển hoả lực pháo binh và dẫn đường từ cự ly xa hơn hẳn so với tầm nhìn trực tiếp. Ngoài radar mặt đất, đã xuất hiện radar đặt trên hạm tàu và cả trên máy bay. Để đối phó, lần đầu tiên đã xuất hiện các phương tiện tiến công điện tử mới, thụ động (như băng nhiễu kim loại và góc phản xạ) cũng như chủ động (máy phát nhiễu). Năm 1943, trong Chiến dịch Gomorrah, lực lượng Đồng minh đã cho rải băng nhiễu tạo ra tới 12.500 mục tiêu giả. Trong Chiến dịch Biting sau đó, băng nhiễu được cộng hưởng trên ba tần số làm việc của radar Đức, khiến các đèn chiếu điều khiển theo radar của Đức không tìm thấy máy bay nào trên bầu trời. Pháo phòng không chỉ còn bắn hú họa, và máy bay tiêm kích đánh đêm hoàn toàn không tìm thấy mục tiêu. Kết quả phía Đồng minh đã tàn phá một vùng lớn tại Hambourg mà chỉ mất 12 máy bay ném bom. Để báo động cho máy bay bị radar theo dõi, Đức đã chế tạo thiết bị phát hiện radar Naxos ZR đặt trên máy bay tiêm kích đánh đêm. Trong lĩnh vực truyền tin, để tránh bị thu chặn, ngay từ năm 1942 đã xuất hiện sáng chế thiết bị vô tuyến nhảy tần phổ rộng. Trên cơ sở theo dõi các buổi phát thanh *"lạ"*, Anh đã nắm được quy luật sử dụng Bom bay V-1 của Đức, và bên cạnh việc dùng máy bay tiêm kích đánh chặn, họ còn dùng một *"đài phát thanh"* khác để làm V-1 bay lạc hướng. Cuộc chiến giữa sử dụng thiết bị điện tử và chống phá này đã được W. Churchill, thủ tướng Anh lúc đó, gọi là *"Cuộc chiến các chùm tia"*.

Sau chiến tranh, tác chiến điện tử đã có những bước phát triển mới. Đặc biệt, Cuộc chiến tranh phá hoại bằng không quân trên Miền Bắc Việt Nam của quân đội Mỹ đã chứng kiến những thay đổi mang tính bước ngoặt. Trong Cuộc chiến tranh này, để chống tên lửa phòng không điều khiển bằng radar, lần đầu tiên lực lượng tác chiến điện tử được coi là thành phần không thể thiếu trong tiến công cũng như phòng thủ. Chưa ở đâu chứng kiến việc sử dụng phương tiện tác chiến điện tử vừa nhiều về số lượng, vừa đa dạng về chủng loại như tại Việt Nam thời gian này. Trong những năm 60, Mỹ lần lượt sử dụng tại đây nhiều máy bay chuyên trinh sát điện tử, như EF-4; máy bay gây nhiễu từ xa chuyên dụng (nhiễu ngoài đội hình), như EB-66; máy bay gây nhiễu trong đội hình, như EA-6; và cuối cùng, từng máy bay đều được trang bị *"bộ áo giáp điện tử"* riêng. Trang thiết bị tác chiến điện tử đủ loại, được nhanh chóng phát triển theo nhu cầu chiến trường, và ngay khi chế thử đã lập tức đưa vào sử dụng. Trong số này có các máy thu trinh sát, như AN/ALR-20, AN/APN-25; thiết bị gây nhiễu, như AN/ALQ-71, QRC-160A, AN/ALE-24. Ngay cả các phương tiện gây nhiễu tiêu cực đã có, như băng kim loại và tráng kim, cũng được sử dụng rộng rãi. Song khác biệt là chúng được cắt ngay trên máy bay trước khi rải, với độ dài ứng với tần số do máy thu trinh sát xác định tại chỗ. Đầu những năm 70, tại Nam Việt Nam lần đầu tiên pháo sáng được sử dụng làm mồi bẫy hồng ngoại, để chống tên lửa phòng không mang vác. Trong Chiến dịch tập kích đường không chiến lược Linebacker II cuối năm 1972, máy bay B-52 tham chiến được trang bị số thiết bị trinh sát và tiến công điện tử còn nhiều hơn cả máy bay tác chiến điện tử chuyên dụng EB-66. Đặc biệt, chiến trường Việt Nam cũng là nơi đầu tiên Mỹ đem sử dụng tên lửa tự dẫn chống radar như AGM-78 Standard, và nhất là AGM-45 Shrike - vũ khí diệt radar đầu tiên trên Thế giới. Với tên lửa chống radar (như Shrike), lần đầu tiên tác chiến điện tử đã mang nội dung hủy diệt thực sự.

Và chiến trường Việt Nam đã là nơi đầu tiên chứng minh khả năng dùng trí tuệ để đánh bại đối phương được trang bị những phương tiện tác chiến điện tử hiện đại nhất. Tại đây, lần đầu tiên xuất hiện cách bắt mục tiêu thụ động, cách dùng nguồn gây nhiễu từ máy bay để đánh vào máy bay. Cũng là lần đầu tiên xuất hiện biện pháp tránh tên lửa chống radar bằng cách quay cánh sóng và tắt máy, cách dùng radar làm việc trên cùng dải tần với sóng truyền tin đối phương để đối phương không thể gây nhiễu, và đặc biệt là cách tổ hợp các phương tiện bắt bám trên tần số vô tuyến và quang tần - mở đầu cho cái gọi là tổ hợp đa sensor sau này. Chính tại đây, trong Chiến dịch Linebacker II (12-1972), mặc dù được trang bị đủ loại phương tiện tác chiến điện

tử, gây nhiễu đến *"trắng xóa cả màn hình radar"*, song Mỹ vẫn bị mất tới 34 *"pháo đài bay"* B-52[3] - xương sống của lực lượng không quân chiến lược. Tổn thất đó đã đánh bại ý chí xâm lược của Mỹ, được nhắc đến như là một trận *"Điện Biên Phủ trên không"* một trong những nguyên nhân khiến Mỹ phải ký Hiệp định Paris, chấm dứt chiến tranh xâm lược.

Sau chiến tranh Việt Nam, sự phát triển của công nghệ thông tin đã đưa tác chiến điện tử lên một tầm mức mới. Nếu như Chiến tranh Malvinat (1982) cho thấy vai trò của tác chiến điện tử trên biển, rồi sự kiện Tripoli (Libi,1984) cho thấy vai trò của tên lửa chống radar cao tốc, thì sự kiện Panama (1989), với sự xuất hiện của máy bay F-117A, đặt ra một vấn đề hoàn toàn mới – vấn đề công nghệ tàng hình. Tuy nhiên, phải đến Chiến tranh vùng Vịnh (1990 – 1991) với việc sử dụng quy mô lớn các phương tiện tác chiến điện tử, vừa nhiều về số lượng vừa phong phú về chủng loại người ta mới thấy rõ ý nghĩa quyết định của tác chiến điện tử trong chiến tranh. Trong Cuộc chiến tranh này, lần đầu tiên xuất hiện tấm *"áo giáp điện tử"* ba lớp – phương tiện tác chiến điện tử ngoài đội hình với những máy bay trinh sát tiến công E-3A, trong đội hình với những máy bay gây nhiễu hộ tống EF-111, EA-6B, F-4C, F-16, và trên từng máy bay. Tham gia tác chiến điện tử có cả máy bay không người lái và vệ tinh (như vệ tinh LACROSSE). Tại đây, đã xuất hiện các mồi bẫy thế hệ mới (như TALD-40). Máy bay tàng hình F-117A được sử dụng với quy mô lớn (có lúc đảm nhiệm tới 40% số mục tiêu), và lần đầu tiên các tổ hợp trinh sát tiến công E-8A JSTAR đã được đem ra sử dụng, dù còn đang trong giai đoạn phát triển. Nhờ tấm *áo giáp điện tử*, như vậy, nên phía Mỹ đã chịu tổn thất thấp nhất về máy bay (chưa đến 0,2% một phi vụ xuất kích). Song từ Cuộc chiến tranh này, người ta cũng thấy được mặt trái của một lực lượng quân sự lệ thuộc nặng nề vào công nghệ cao, đặc biệt là công nghệ điện tử thông tin đắt tiền. Chỉ riêng việc rơi một chiếc E-8 (trong số hai chiếc tham chiến) đã làm Mỹ mất đứt 2 tỷ USD.

Trong Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999, lần đầu tiên Mỹ đem sử dụng máy bay ném bom tàng hình B-2A, với khả năng bay nửa vòng trái đất và cho phép dùng số lượng máy bay nhỏ để đánh những mục tiêu trọng yếu. Song cũng là lần đầu tiên, người ta biết đến cái gọi là *"chiến thuật im lặng radar"* của Nam Tư, thực chất là dùng các phương tiện thụ động mà phương Tây gọi là *"radar hai trạm"* (trạm thu và trạm phát tách rời) để bắt bám mục tiêu. Tại đây, mệnh lệnh chiến đấu của phía Mỹ đã bị phía Nam Tư thu được - điều khiến cho việc máy bay Mỹ đánh vào thường dân rồi đổ lỗi cho Nam Tư bị bóc trần. Và đặc biệt, chính tại đây, lần đầu tiên máy bay tàng hình F-117A - phương tiện được thiết kế chuyên để tránh radar đã bị tên lửa dẫn bằng radar của Nam Tư bắn rơi, bộc lộ những khiếm khuyết khó tránh của cái gọi là *"công nghệ tàng hình"*.

Trong Cuộc chiến tranh Iraq 2003, lần đầu tiên hệ thống định vị toàn cầu GPS được tích hợp với các thành phần chiến đấu và bảo đảm chiến đấu, hình thành một dạng thức tác chiến gọi là *"tác chiến mạng trung tâm"*, nói đúng hơn tác chiến lấy mạng công nghệ thông tin làm trung tâm. Nhờ đó, lần đầu tiên phía Mỹ có khả năng điều động nhiều loại máy bay đánh vào cùng một mục tiêu, với thời gian từ khi phát hiện mục tiêu đến khi công kích giảm xuống chỉ còn cỡ trên dưới 10 phút. Song cũng trong Cuộc chiến tranh này, lần đầu tiên hệ thống GPS đã bị phía Iraq gây nhiễu, khiến hàng loạt vũ khí công nghệ cao dẫn bằng vệ tinh bị chệch mục tiêu.

Với đà phát triển của khoa học công nghệ hiện nay và tương lai, phương tiện chiến tranh ngày càng được thông tin hóa và tự hoạt hóa ở mức độ cao hơn. Đến cuối Thế kỷ XX, giá trị trang bị điện tử đã chiếm 30% tổng giá thành vũ khí trang bị nói chung, 50% với máy bay, còn với vũ khí điều khiển chính xác tới 70%. Các chuyên gia quân sự cho rằng hiện tại tác chiến điện tử thực sự là phương tiện nhân bội sức mạnh và là một trong những nhân tố then chốt của chiến tranh công nghệ cao. Trong bối cảnh đó, chiến trường điện tử, nơi diễn ra Cuộc chiến tranh để giành và giữ quyền kiểm soát phổ điện từ ngày càng quyết liệt. Tác chiến điện tử bước vào kỷ nguyên mới gắn với một dạng thức tác chiến mới - tác chiến thông tin. Người ta nói đến làm chủ phổ điện từ và làm chủ thông tin như là một yếu tố quyết định cho việc làm chủ chiến trường trong chiến tranh hiện đại, thay cho làm chủ vùng trời trong thời

---

(3) Số liệu chính thức của phía Việt Nam, mà theo giới bình luận quân sự nước ngoài, dựa trên theo rõi số máy bay B-52 cất và hạ cánh, thực ra còn cao hơn ít nhất 50%. Đấy là chưa kể số máy bay đã về được sân bay căn cứ, song không thể dùng lại được nữa. Thậm chí, lúc đó có hãng tin phương Tây còn bình luận, "nếu rơi với nhịp độ này, chỉ trong vòng một tháng nữa Mỹ sẽ không còn B-52 để sử dụng."

đại chiến tranh công nghiệp trước đây. Và gắn với nó, người ta cũng bắt đầu nói đến một loại ô bảo hộ mới - ô bảo hộ điện từ, như một thành phần tích hợp không thể thiếu trong chiến tranh hiện đại, hay cái gọi là chiến tranh công nghệ cao.

Trong chiến tranh công nghệ cao, tác chiến điện tử đã có nhiều đột phá mới. Thứ nhất, không chỉ phổ điện từ trong tác chiến điện tử được ngày càng mở rộng (từ dải sóng vô tuyến đã lan sang các vùng phổ quang tần, từ thị tần đến các dải hồng ngoại và tử ngoại và những dải tần ít sử dụng khác), mà đã xuất hiện vấn đề sử dụng trực tiếp năng lượng điện từ làm vũ khí (như các vũ khí xung điện từ, laser và chùm hạt) để đánh vào không chỉ các phương tiện điện tử mà cả vũ khí trang bị và con người. Nói cách khác tính tiến công của tác chiến điện tử được nhấn mạnh và mở rộng hơn. Thứ hai, đó là mối liên hệ chặt chẽ và phổ biến giữa tác chiến điện tử và tác chiến thông tin. Đó là mối quan hệ đan xen, khó phân biệt rạch ròi, từ thủ đoạn hoạt động, mục đích tác động, phương thức sử dụng lực lượng, phương tiện, cho đến nguyên lý thiết kế chế tạo các phương tiện chiến tranh. Chính do xu hướng ứng dụng công nghệ thông tin trong thiết kế chế tạo vũ khí trang bị, nhất là chế tạo hệ thống tự động hóa chỉ huy, điều khiển, truyền tin và tình báo (viết tắt tiếng Anh là hệ thống C^3I) ngày một mạnh mẽ hơn, đối tượng của tác chiến điện tử cũng chính là đối tượng của tác chiến thông tin, và ngược lại. Thứ ba, phạm vi và đối tượng tác động của tác chiến điện tử trong chiến tranh đang ngày càng rộng. Hoạt động tác chiến điện tử không chỉ giới hạn ở quy mô chiến dịch, chiến thuật, mà còn mở rộng ra quy mô chiến lược. Đối tượng của tác chiến điện tử không chỉ dừng ở quy mô các hệ thống riêng rẽ, như radar, thiết bị truyền tin, dẫn đường, phân biệt địch ta và hệ thống chỉ huy và điều khiển hỏa lực nhỏ lẻ, mà đã lan sang các mạng công nghệ thông tin sử dụng phổ biến trong hoạt động chỉ huy và điều khiển, như các mạng không dây, mạng di động, mạng tùy biến - xương sống của một dạng thức tác chiến đang phôi thai- tác chiến mạng trung tâm - đang định hình trong quân đội Mỹ và nhiều nước tiên tiến khác. Qua đó, tác chiến điện tử đã dần tác động đến từng người lính trên chiến trường.

Thay lời kết

Hiện tại, Mỹ được coi là nước đi đầu trong việc phát triển các phương tiện tác chiến điện tử. Trong bảo đảm điện tử, xu hướng chung của Mỹ là mở rộng dải tần để khống chế toàn bộ phổ điện từ, kết hợp nhiều dạng sensor (như radar, hồng ngoại và laser) trong cùng một thiết bị trinh sát, gắn với tạo mạng trinh sát; khai thác tối đa các dấu hiệu bộc lộ của đối phương và phát triển các phương tiện mang hoạt động trong các môi trường, độ cao khác nhau. Họ chú trọng phát triển các dạng thức trinh sát mới, như trinh sát và quan trắc dấu vết nhận dạng (MASINT), trinh sát hình ảnh động (MOVIN). Về phương tiện bảo đảm, Mỹ phát triển các radar trinh sát mới, có khả năng nhìn xuyên tán lá (FOPEN), xuyên đất (GPR); các hệ thống trinh sát mới trong dải hồng ngoại (như hệ AAR-47), tử ngoại (hệ AAR-57), linh hoạt đa phổ (MARS); công nghệ chỉ thị mục tiêu chiến thuật tiên tiến (như AT3). Bên cạnh đó, Mỹ vẫn tiếp tục phát triển các phương tiện trinh sát từ vũ trụ mới, làm việc theo nguyên lý radar (SBR) và hồng ngoại (SBISH).

Trong tiến công điện tử, Mỹ đang tập trung phát triển các phương tiện chế áp cứng. Đó là các vũ khí năng lượng trực tiếp, như bom đạn xung điện từ đặt trên tên lửa hành trình hoặc vũ khí điều khiển chính xác. Ngoài ra, họ vẫn tiếp tục phát triển những vũ khí tiến công điện tử đã có, như tên lửa chống radar tiên tiến đầu tìm kép AARGM.

Để bảo đảm chế áp mềm, bên cạnh cải tiến các phương tiện gây nhiễu hiện có (như AN/ALQ-99, AN/USQ-113 (V)), Mỹ còn tiến hành phát triển các phương tiện chế áp phòng không tích hợp IDECM (gồm phương tiện gây nhiễu tần số vô tuyến RFCM, phương tiện cảnh báo tên lửa CMWS và các loại mồi bẫy kéo theo ASTE) và chương trình chế áp mối đe dọa hồng ngoại ATIRCM.

Các loại mồi bẫy tích cực, như AN/ALE-55, MALD-J, J-UAS, đang được phát triển. Ngoài ra, Mỹ còn chú trọng phát triển những máy bay tác chiến điện tử mới, cả trên khung máy bay tiêm kích (như EA-18G, EF-35), lẫn trên khung máy bay ném bom chiến lược (như EB-52).

Như vậy, có thể thấy trong chiến tranh công nghệ cao hiện tại và tương lai, cuộc chiến trên mặt trận điện từ sẽ vô cùng quyết liệt và có vai trò ngày càng lớn. Với bên tiến công có ưu thế công nghệ cao, tác chiến điện tử ngày càng trở thành phương

tiện lợi hại để *"làm mềm chiến trường"*, khiến đối phương *"mù mắt, điếc tai, thần kinh rối loạn"* không còn khả năng chống trả, hoặc ít nhất không thể chống trả có tổ chức. Trong khi đó, với bên phòng thủ thua kém về công nghệ, bên cạnh việc nghi binh, ngụy trang điện tử và những biện pháp chiến kỹ thuật đa dạng khác vẫn có thể chọc thủng *"áo giáp điện tử"*, đánh cho kẻ địch những đòn chí mạng, mà việc Nam Tư bắn rơi F-117A và việc Iraq, dẫu thua, song đã làm rối loạn hoạt động tác chiến của phía Mỹ qua việc gây nhiễu GPS, là những thí dụ điển hình.

ĐẠI TÁ - TS. **TRỊNH MINH TUẤN**
ĐẠI TÁ - KS. **TRỊNH XUÂN TIẾN**

18 - MÁY TÍNH ĐIỆN TỬ

Theo cách hiểu nào đó, máy tính điện tử - còn gọi là máy điện toán, hay gọi vắn tắt là máy tính- là một công cụ có khả năng tiếp nhận, xử lý và biểu đạt thông tin, với sự can thiệp tối thiểu của con người. Như vậy, máy tính là phương tiện xử lý thông tin, và do đó, là phương tiện xử lý tri thức, chứ không phải là xử lý vật chất như những máy móc khác. Không chỉ có tác dụng tăng sức mạnh của cơ bắp và các giác quan, *vai trò chính của máy tính là góp phần nhân bội sức mạnh trí tuệ của con người.* Đây là khả năng mà tất cả những máy móc khác không hề có, đồng thời cũng là đặc điểm phân biệt giữa máy tính và mọi công cụ lao động khác, từng được sáng tạo ra trong lịch sử phát triển loài người.

Sự ra đời của máy tính được coi là mở đầu cho một cuộc cách mạng trong lĩnh vực sản xuất, đã định danh là cách mạng công nghệ, cái hứa hẹn đưa con người tiến lên một hình thái kinh tế xã hội mới - kinh tế tri thức, mà trong đó thông tin thực sự trở thành nguồn lực. Đồng thời, nó cũng tạo ra những phương tiện chiến tranh mới về chất nhờ khả năng tự xử lý thông tin, cũng như biến thông tin thành vũ khí và đánh vào chính thông tin, tạo nên những dạng thức chiến tranh mới về chất - chiến tranh công nghệ cao và chiến tranh thông tin, với những hiểm họa mới, chưa từng có tiền lệ trong lịch sử.

Được sáng chế năm 1948, máy tính là sự kết hợp của nhiều ngành khoa học và công nghệ hiện đại, trong đó nổi lên là điều khiển học và công nghệ điện tử. Máy tính đầu tiên, chế tạo toàn bằng đèn điện tử chân không, có kích cỡ một toà nhà năm tầng. Song chỉ đến 1955 đã xuất hiện máy tính mạch rắn (bán dẫn), kích thước tương đương một tủ lạnh; đến giữa những năm 60, với sự công nghệ mạch tích hợp trên silic, đã xuất hiện máy tính mini; và đến 1970 xuất hiện máy tính cá nhân, hay máy tính PC. Sự phát triển của máy tính, với tư cách là bộ phận cốt lõi của cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, nhanh đến mức, theo quy luật Moore, cứ sau 2 năm tính năng mạch tích hợp- bộ phận then chốt của máy tính, đã tăng gấp đôi, hay giá thành mạch tính năng không đổi đã giảm đi một nửa. Hơn nữa, từ những năm 90, chu kỳ tăng đôi tính năng/ giảm nửa giá thành này rút xuống chỉ còn 18 tháng; nói cách khác, quá trình phát triển của máy tính, cũng như của công nghệ thông tin nói chung, đã tăng theo quy luật hàm số mũ.

Hiện tại, công nghệ thông tin được coi là một trong những lĩnh vực khó dự báo phát triển nhất, nếu không nói là gần như không thể dự báo. Cuối những năm 80, có những dự báo bi quan về cuộc khủng hoảng phần mềm - cái quyết định khả năng ứng dụng của máy tính; sự bế tắc trong lưu trữ và trao đổi thông tin, khi khối lượng tri thức của loài người đang tăng lên gấp đôi sau 18 tháng, cũng như khi ngày càng có nhiều tiền của bị hút vào những công trình mà kết quả là những giải pháp đã có từ lâu; và nhất là, sự chững lại của công nghệ mạch silic - cái quyết định tốc độ tính toán, đòi hỏi phải chế tạo cái gọi là máy tính thế hệ V - những máy tính xử lý song song, máy tính thế hệ VI với quang điện tử và mạng nơron, máy tính sinh học,... Đồng thời, lại có những dự báo lạc quan về sự ra đời của cái gọi là *xã hội hậu công nghiệp* hay *xã hội thông tin*, mà cơ sở vật chất là dạng thức kinh tế mà ngày nay ta gọi là *kinh tế tri thức*, dựa trên sự phát triển nhanh chóng của cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin. Dự báo lạc quan này dựa trên một số phát triển ngoài dự báo, được thực hiện từ giữa những

năm 70. Đó là những phát triển mang tính tích hợp đa ngành, trong đó giữ vai trò đòn bẩy là các công nghệ đỉnh cao, như công nghệ vũ trụ và công nghệ thông tin. Thứ nhất là sự ra đời của điện thoại di động - dẫn đến khái niệm *làng hành tinh*, cho phép mọi người liên lạc với nhau từ bất kỳ đâu. Thứ hai là sự xuất hiện mạng máy tính, với tư cách là những phương tiện thu thập, xử lý, lưu trữ và trao đổi thông tin/ tri thức mang tính phân tán, tạo nên khái niệm *xa lộ thông tin*, mà một trong những mạng đầu tiên và đồng thời lớn nhất là mạng Arpanet của bộ quốc phòng Mỹ, tiền thân của mạng Internet sau này - cái được coi là một *xa lộ thông tin quy mô hành tinh*, với số hộ sử dụng đã lên tới con số 200 triệu vào năm 2000. Song, cùng với quá trình nối mạng này, đã xuất hiện hoạt động xâm nhập bất hợp pháp vào mạng máy tính để lấy trộm dữ liệu, phá hoại cũng như thực hiện các hành vi bất hợp pháp khác, sự việc chưa từng tồn tại trong điều kiện sử dụng máy tính đơn lẻ. Thứ ba là vai trò được khẳng định của phần mềm, hay phần chương trình - cái quyết định phạm vi cũng như khả năng đưa công nghệ thông tin ứng dụng vào các lĩnh vực trong đời sống kinh tế xã hội cụ thể và vô cùng đa dạng.

Cùng với sự ra đời của công ty phần mềm Microsoft năm 1975, công nghiệp phần mềm đã nổi lên như một ngành độc lập, có thị phần ngày càng lớn trên thị trường. Đặc biệt, những phát hiện, sáng chế trong lĩnh vực phần mềm đã có tác động ngày càng mạnh, có vai trò ngày càng quyết định đối với sự phát triển không chỉ của công nghiệp công nghệ thông tin mà còn tới kinh tế xã hội nói chung. Chẳng hạn, với việc tạo ra phần mềm cơ sở dữ liệu, máy tính đã chuyển từ xử lý số sang xử lý dữ liệu, giải phóng đáng kể cho con người trong việc lưu giữ khối tri thức đồ sộ do chính mình tạo ra và tích luỹ ngàn đời. Một giải pháp phần mềm khác, với cái gọi là giao thức internet hay giao thức IP, tách rời hệ điều hành khỏi dữ liệu, cái cho phép dễ dàng trao đổi dữ liệu giữa các máy tính kết nối với nhau thành mạng, mà lớn nhất, có tác động mang tính toàn cầu là mạng Internet. Ngay cả những phần mềm ứng dụng cũng có vai trò rất lớn. Một điển hình là phần mềm cổng Portal, cái không chỉ cho phép nhanh chóng truy cập thông tin, mà đáng chú ý nhất là tạo khả năng tách rời giữa trình diễn và cập nhật thông tin, mà giao dịch điện tử và chính phủ điện tử là một vài trong những ứng dụng nổi bật. Đáng chú ý là, cùng với quá trình này, cũng xuất hiện và phát triển những phần mềm độc hại, có khả năng tự nhân bản và tính lây nhiễm như một thứ siêu vi trùng, và do đó được gọi là virus tin học.

Phần mềm càng phức tạp, đáp ứng những đòi hỏi ngày càng lớn của ứng dụng, đến lượt nó đòi hỏi sự phát triển tương ứng không chỉ của phần cứng mà cả những thiết bị ngoại vi, phương tiện tạo mạng, và với sự tham dự ngày càng lớn, về số lượng và chất lượng của con người. Đến những năm 90, khái niệm về cơ sở hạ tầng thông tin về cơ bản đã được định hình, với bốn bộ phận hợp thành: máy tính, thiết bị ngoại vi, thiết bị kết nối mạng và bản thân con người. Trong đó, con người vừa là đối tượng khai thác sử dụng thông tin, vừa là chủ thể tạo lập thông tin. Với sự hình thành cơ sở hạ tầng thông tin, bên cạnh ba nguồn lực chính đã được thừa nhận (nhân lực, vật lực và tài lực), tin lực đã được khẳng định là nguồn lực thứ tư, và hơn nữa, là nguồn lực quan trọng nhất trong cơ cấu tiềm lực một Quốc gia.

Đầu những năm 2000, có hiện tượng là giá bán mạch tích hợp silic sụt giảm tới mức thê thảm, nhanh hơn cả tốc độ dự kiến của Moore. Tuy nhiên hạ giá thành mạch tích hợp không đồng nghĩa với công nghệ silic hết thời. Một mặt, điều này thúc đẩy quá trình phổ cập hóa công nghệ thông tin, với việc máy tính cá nhân và sau đó là máy tính sách tay với giá thành ngày càng rẻ đã tràn lan vào mọi ngõ ngách. Mặt khác, máy tính nhúng không còn bó hẹp trong lĩnh vực điện tử công nghiệp, mà đã nhanh chóng lan qua lĩnh vực thiết bị điện tử tiêu dùng, như thiết bị âm thanh, nghe nhìn, điện thoại di động số hóa, với giá phần mềm nhúng nhiều khi chiếm tới 1/2 giá thành sản phẩm. Kinh tế số, bước khởi đầu của kinh tế tri thức đã dần ló dạng.

Bên cạnh việc tạo ra một "*nền kinh tế tri thức*", sự phát triển và phổ biến của công nghệ thông tin cũng làm bộc lộ nhiều khía cạnh tiêu cực. Chẳng hạn, điện thoại tế bào, và điện thoại di động nói chung, đã được sử dụng như một công cụ để phối hợp hành động và tránh truy bắt của các băng nhóm tội phạm. Thẻ tín dụng điện tử cũng được đánh cắp và làm giả. Song đó chỉ là những cách làm ăn *cổ điển*. Đã xuất hiện một lớp tội phạm mới, gọi là tin tặc - thuật ngữ dùng để chỉ những kẻ chế tạo virut tin học, lạm dụng và hoặc xâm nhập trái phép vào mạng máy tính, nhất là các mạng ngân hàng và mạng Internet, để trộm cắp tài sản, dữ liệu

và phá hoại. Đó là những tội phạm đặc thù cho thời đại thông tin, mà chỉ vào những năm 70 đã chưa hề tồn tại, và vì vậy, chưa ai tưởng tượng ra.

Trong khu vực quân sự, máy tính điện tử đã đem lại những thay đổi về chất đối với trang bị. Điều này thể hiện khá rõ trong các lĩnh vực tương đối truyền thống, như lĩnh vực các phương tiện chỉ huy quân đội, điều khiển vũ khí, truyền tin và tình báo (C^3I); vũ khí chính xác cao dựa trên khả năng tự xử lý thông tin; phương tiện mang phóng công nghệ cao có được nhờ thiết kế và chế tạo với sự hỗ trợ của máy tính, cũng như nhờ các công cụ công nghệ thông tin, mà nổi bật là các phương tiện mang phóng tàng hình; và một lĩnh vực hoàn toàn mới - vũ khí thông tin. Đến lượt nó, những vũ khí trang bị thế hệ mới này đang tạo ra những cấu trúc lực lượng mới, cách đánh mới (chiến thuật cũng như tác chiến nói chung), cuối cùng đem lại sự thay đổi về chất đối với tư tưởng và học thuyết quân sự, tạo ra những dạng thức chiến tranh mới, được định danh trên các tài liệu quân sự là chiến tranh công nghệ cao và chiến tranh thông tin, như đã diễn ra tại vùng Vịnh năm 1991, hay tại Ban Căng 1999. Và mới đây, với Cuộc chiến tranh Iraq 2003, người ta bắt đầu đề cập tới cái gọi là tác chiến mạng trung tâm, như là một dạng thức tác chiến đang phôi thai, gắn với những phát triển mới nhất, đang nổi lên trong lĩnh vực công nghệ thông tin.

19 - CÔNG NGHỆ CAO VÀ VŨ KHÍ CÔNG NGHỆ CAO

Theo cách hiểu nào đó, vũ khí công nghệ cao là vũ khí có được tính năng cao nhờ ứng dụng các thành tựu khoa học công nghệ đỉnh cao. Sự ra đời của chúng gắn bó chặt chẽ và là thành quả trực tiếp của cuộc cách mạng công nghệ. Vì thế, không thể đề cập tới vấn đề vũ khí công nghệ cao mà không xem xét cuộc cách mạng công nghệ vẫn đang diễn ra, lan toả và tác động vô cùng sâu sắc trên phạm vi toàn cầu hiện nay. Thứ hai là, chính xác hơn ta phải dùng thuật ngữ vũ khí trang bị công nghệ cao, vì ngày nay trang bị quân sự đã có vai trò còn quan trọng hơn bản thân vũ khí. Thứ ba, mỗi thế hệ vũ khí trang bị ra đời đều nhằm đáp ứng một nhu cầu chiến tranh cụ thể, đến lượt nó, tạo ra cách đánh mới, và do đó, tiếp tục tạo ra những nhu cầu mới. Vì vậy, sự phát triển của vũ khí trang bị nói chung, vũ khí trang bị công nghệ cao nói riêng, phải được xem xét trong những mối quan hệ biện chứng, tính tới tác động của chúng tới chiến tranh cũng như tới sự phát triển của những vũ khí trang bị khác.

Cách mạng công nghệ và vũ khí công nghệ cao

Cách mạng công nghệ là sự kế thừa, sự phát triển tất yếu của cách mạng khoa học kỹ thuật, hay cách mạng kỹ thuật, bắt đầu tại Châu Âu từ Thế kỷ XVIII. Nhiều học giả cho rằng, cách mạng công nghệ bắt đầu diễn ra trong khoảng từ cuối những năm 40 đến đầu những năm 50, trước hết tại một số nước tư bản công nghiệp. Đó là lúc thị trường tư bản chủ nghĩa Thế giới bị co hẹp đáng kể với sự hình thành hệ thống Xã hội chủ nghĩa sau Chiến tranh Thế giới II, và nhất là sau khi nước Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa ra đời, ngày 1/10/1949. Hơn nữa, do phong trào giải phóng dân tộc diễn ra trên quy mô toàn cầu, các nước tư bản không chỉ bị mất thị trường, mà cả nguồn nhân lực rẻ tiền và tài nguyên thiên nhiên đều bị thiếu hụt nghiêm trọng. Trong bối cảnh đó, làm chủ công nghệ được nhận thức là cách duy nhất để bảo đảm tăng trưởng ổn định về kinh tế và xã hội của một Quốc gia, nhất là những Quốc gia thiếu tài nguyên thiên nhiên.

Có nhiều ý kiến khác nhau về *quê hương* của cách mạng công nghệ. Một số cho rằng, đó là Mỹ, từ những năm 50 là nơi đầu tiên trên Thế giới có số công nhân cổ trắng bằng số công nhân cổ xanh, hay lao động trí óc chiếm 50% lực lượng lao động công nghiệp. Mỹ còn là nơi sáng chế ra máy tính điện tử, loại máy móc cho phép không chỉ nhân bội sức mạnh cơ bắp và kỹ xảo mà trước hết, nhân bội sức mạnh trí tuệ, và vì thế, được coi là cơ sở vật chất của cách mạng công nghệ. Song cũng có ý kiến cho rằng Nhật Bản mới là quê hương của cách mạng công nghệ. Trái ngược với cách tư duy thông thường, coi chất lượng cao luôn gắn với chi phí sản

xuất cao, và do đó giá thành cao, đầu những năm 50 Nhật đã đưa ra ý tưởng *lấy chất lượng cao để hạ giá thành sản phẩm*. Chất lượng đó, theo người Nhật, được tạo ra nhờ hoạt động nghiên cứu ứng dụng và triển khai công nghệ (R&D), nói vắn tắt là nhờ công nghệ. Đó là một ý tưởng độc đáo, được coi là Tuyên ngôn của cách mạng công nghệ. Chính ý tưởng này và phương châm chiến lược gắn liền với nó - *cố tăng chất lượng thêm một chút đồng thời giảm giá thành thêm một chút* đã làm nên cái gọi là *điều thần kỳ Nhật Bản* trong những năm 70. Tuy nhiên, dù còn tranh cãi gì đi nữa, tựu trung lại người ta đều thừa nhận rằng cơ sở vật chất của cách mạng công nghệ là máy tính điện tử; và tuyên ngôn của cách mạng công nghệ chính là phương châm dựa vào công nghệ để tăng chất lượng sản phẩm, hạ giá thành.

Với nội dung chủ yếu là tạo ra sản phẩm hàng hoá với chất lượng và giá cả được thị trường chấp nhận, trong công nghiệp, cách mạng công nghệ đã dẫn tới hiện tượng là những sản phẩm tiêu hao nhiều năng lượng, vật tư và sức người (hay sản phẩm *giàu cơ bắp*) được thay thế dần bằng những sản phẩm mà trong đó giá trị được tạo ra chủ yếu do trí tuệ (hay sản phẩm *giàu chất xám*).

Hiện tượng tích tụ chất xám trong sản phẩm là không ngẫu nhiên. Với cơ sở vật chất của cách mạng công nghệ là máy tính, lần đầu tiên thông tin, và tri thức hàm chứa trong nó, đã được khai thác qua quá trình R&D rồi nhanh chóng biến thành sản phẩm mới, tạo ra giá trị mới cao hơn hẳn. Vì thế, với cách mạng công nghệ, thông tin đã được định lượng giá trị và được trao đổi ngày càng rộng rãi trên thị trường. Nói cách khác, một trong những đặc trưng của cách mạng công nghệ là thông tin cũng như công nghệ hàm chứa trong nó đã trở thành hàng hóa.[1]

Trong lĩnh vực công cụ sản xuất, máy móc ba thành phần - sản phẩm của cách mạng khoa học kỹ thuật - dần được thay thế bằng máy móc bốn thành phần, với sự xuất hiện của một thành phần mới về chất - thành phần điều khiển.[(2)] Tương ứng, trong quân sự xuất hiện vũ khí bốn thành phần. Cũng từ lúc này, mỗi phương tiện chiến tranh bắt đầu được đề cập đến như một hệ thống, mà trong đó mỗi bộ phận hợp thành mới (do phát triển công nghệ đem lại) được coi như một hệ số nhân bội sức mạnh.[3]

Cũng phải nói thêm rằng, thực ra thành phần điều khiển đã xuất hiện từ lâu, ít nhất từ Thế kỷ XVIII, gắn với sự ra đời của động cơ hơi nước do J. Watt sáng chế, song nó mới làm việc trên nguyên lý tự điều khiển cơ giới. Trong quân sự, điều khiển cơ giới tạo ra vũ khí tự động, mà tiêu biểu là súng liên thanh xuất hiện từ Thế kỷ XIX. Theo Slipchenko, một chuyên gia Nga nổi tiếng về phân loại học vũ khí, đó là vũ khí thế hệ III. Bước phát triển tiếp theo là điều khiển điện, điện tử tương tự, mở đường cho vũ khí có điều khiển, hay vũ khí thế hệ IV, mà những đại diện đầu tiên là tên lửa chống tăng dẫn bằng tín hiệu điện qua dây (dẫn bằng dây) và Bom bay V-1, một dạng máy bay không người lái dẫn bằng tín hiệu vô tuyến điện. Bước đột biến về chất của vũ khí thông thường có được nhờ công nghệ điều khiển số, gắn với xử lý thông tin theo chương trình, tức là gắn với công nghệ thông tin - công nghệ bản lề của cuộc cách mạng công nghệ trong giai đoạn hiện nay. Chính công nghệ thông tin đem đến cái gọi là vũ khí chính xác cao, nhờ tạo cho vũ khí khả năng tự thu thập, xử lý thông tin và ra quyết định hay khả năng tự hoạt. Điều đó làm thay đổi về chất quá trình điều khiển, từ chỗ con người dẫn vũ khí tới mục tiêu sang vũ khí tự tìm mục tiêu theo chỉ thị hoặc tự xác định mục tiêu và tiến hành công kích. Vũ khí như vậy gọi là vũ khí thông minh và được xếp vào thế hệ VI, với đặc trưng là có tính năng cao nhờ khả năng xử lý thông tin; vì vậy, thay cho cách gọi vũ khí công nghệ cao - một cách gọi mang đậm sắc tuyên truyền tâm lý chiến - chúng được định danh chính xác hơn là vũ khí trên cơ sở thông tin. Nói cách khác, có thể gọi vũ khí trang bị công nghệ cao là vũ khí trang bị trên cơ sở thông tin.

---

(1) Là một hàng hóa đặc biệt, công nghệ được mua bán trên thị trường theo một quá trình hay thủ tục đặc thù gọi là chuyển giao công nghệ.

(2) Ba thành phần còn lại gồm các phần tác động, truyền động và động lực.

(3)Theo quan niệm điều khiển học, hệ thống được hiểu là một thực thể gồm ít nhất hai bộ phận hợp thành khác nhau về chất, gọi là các bộ phận chức năng, được liên kết với nhau sao cho có thể đem lại tính năng mới mà từng bộ phận hợp thành của nó không có. Mối liên kết giữa các bộ phận của hệ thống mang tính tích hợp, theo đó, hệ thống sẽ mất tính năng đã có khi bị mất một bộ phận, và ngược lại, nhân bội tính năng khi được tích hợp thêm bộ phận mới. Thí dụ, súng và đạn tạo thành một hệ thống vũ khí; chỉ cần không có hoặc hư hỏng một trong hai bộ phận - đạn hay súng, thì hệ đều trở nên vô dụng.

Nên phân biệt vũ khí công nghệ cao với cái gọi là vũ khí kỹ thuật cao.[1] Vũ khí kỹ thuật cao là thành quả của cách mạng kỹ thuật, mà đỉnh cao nhất là vũ khí hạt nhân, và mở rộng ra là vũ khí NBC (bộ ba vũ khí hạt nhân, hoá học và sinh học), hay vũ khí huỷ diệt hàng loạt, được xếp vào thế hệ V. Có ý kiến cho rằng, vũ khí thế hệ V, mà điển hình là vũ khí hạt nhân và tên lửa đường đạn tầm xa, đã làm thay đổi về chất hoạt động chiến tranh - bằng một đòn công kích có thể đạt mục đích chiến lược, điều trước đó phải thực hiện bằng nhiều chiến dịch và mỗi chiến dịch lại đòi hỏi tiến hành nhiều trận đánh chiến thuật, tốn không ít thời gian, vật chất và xương máu. Tuy nhiên, chính tác động huỷ diệt lớn không lựa chọn của vũ khí kỹ thuật cao đã khiến chiến tranh giữa các siêu cường quốc một khi đã xảy ra thì sẽ không có người thắng. Mặt khác, vũ khí kỹ thuật cao không thể sử dụng được trong đàn áp phong trào giải phóng dân tộc. Những năm 70, mặc dù có bom nguyên tử quân đội Mỹ vẫn phải rút khỏi Việt Nam và Đông Dương, và các cường quốc thực dân khác vẫn phải từ bỏ một loạt địa bàn quan trọng tại Á Phi và Mỹ Latinh. Đây là một trong những yếu tố thúc đẩy sự phát triển của vũ khí công nghệ cao, nói chính xác hơn, vũ khí thông thường công nghệ cao tại các cường quốc tư bản, mà đi đầu là Mỹ. Sự ra đời của vũ khí công nghệ cao, ngoài những mục đích khác, như bảo vệ sinh mạng cho bên có ưu thế công nghệ cao, còn nhằm đáp ứng yêu cầu vô hiệu hóa, và thậm chí hủy diệt chính xác mục tiêu lựa chọn (vũ khí trang bị và những phần tử chống đối) mà không gây *tổn thất phụ*, nói chính xác hơn không làm thiệt hại những nguồn lực (nhất là nguồn lực con người) cần có cho công nghiệp cũng như cho nền sản xuất xã hội nói chung - đối tượng cần chiếm giữ trong chiến tranh.[2]

Các thành phần của vũ khí công nghệ cao

Vũ khí trang bị công nghệ cao hay vũ khí trang bị trên cơ sở thông tin bao gồm bốn bộ phận hợp thành cơ bản là vũ khí chính xác cao, phương tiện mang phóng sức sống cao, phương tiện bảo đảm chiến đấu đa phổ và hệ thống chỉ huy bộ đội, điều khiển vũ khí, truyền tin[3] tự động hóa tích hợp hay hệ thống C^3I. Dưới đây, ta sẽ trình bày chi tiết hơn về các bộ phận hợp thành này và tác động của chúng.

Vũ khí chính xác cao là thuật ngữ để chỉ những vũ khí thông thường (phi hạt nhân) có bán kính trúng đích bằng hoặc nhỏ hơn bán kính sát thương, hay có xác suất diệt mục tiêu từ 50% trở lên. Nhờ khả năng tự hoạt, chúng cho phép đơn giản hóa thao tác công kích mục tiêu, tạo ra thứ chiến thuật được gọi với những tên ấn tượng "choảng và chuồn" hoặc "bắn và quên." Như đã nêu, chúng còn được gọi là vũ khí công nghệ cao, hay vũ khí trên cơ sở thông tin, vì lẽ, thông tin là yếu tố cơ bản tạo nên độ chính xác cao này. Vũ khí chính xác cao làm cách đánh thay đổi về chất, thay cách đánh dựa vào mật độ hoả lực cao của chiến tranh cơ giới bằng một cách đánh đặc thù dựa trên công kích chính xác, được gọi bằng thứ ngôn ngữ mang đậm sắc thái tâm lý chiến là đánh theo kiểu "giải phẫu", "điểm huyệt".

Sau chiến tranh vùng Vịnh, vũ khí chính xác cao được tiếp tục hoàn thiện, nhất là theo hướng khai thác hệ thống định vị vệ tinh GPS để khắc phục các ảnh hưởng thời tiết, tăng độ tin cậy trúng đích, giảm bộc lộ khi công kích, và nhất là giảm giá thành vũ khí, do đó, giảm chi phí diệt mục tiêu. Chẳng hạn, thay cho bom đạn chính xác cao thế hệ cũ, như bom dẫn bằng laser, hồng ngoại, truyền hình,.. đơn giá trên dưới 100 ngàn USD, từ cuối những năm 90 Mỹ tăng cường chế tạo và sử dụng bom dẫn bằng vệ tinh GPS, với đơn giá thậm chí chỉ còn cỡ 20-30 ngàn USD.

Phương tiện mang phóng sức sống cao là thuật ngữ (tạm dùng) để chỉ các phương tiện mang phóng có và không có người điều khiển, được sử

---

(1) Không nên lẫn với thuật ngữ vũ khí kỹ thuật cao trong tư liệu Trung Quốc, vì thuật ngữ kỹ thuật tiếng Trung Quốc tương đương với Technology trong tiếng Anh, hay Công nghệ trong tiếng Việt.

(2) Vấn đề không tàn phá cơ sở vật chất kỹ thuật cũng đã được đưa ra như là mục tiêu phát triển vũ khí hạt nhân hiệu ứng trội hay vũ khí hạt nhân thế hệ III. Tuy nhiên, cũng như vũ khí hạt nhân nói chung, cái gọi là "vũ khí hạt nhân sạch" này vẫn gây huỷ diệt và ô nhiễm lớn không thể kiểm soát đối với con người và môi trường nói chung, và vì thế vẫn là đối tượng của các Công ước quốc tế. (Xem thêm Vũ khí hủy diệt hàng loạt).

(3) Trong hệ thống Thuật ngữ Quân sự Việt Nam, trước đây và hiện nay vẫn dùng thuật ngữ Thông tin Liên lạc. Ở đây sử dụng thuật ngữ Truyền tin, nghĩa là trao đổi thông tin, là một thuật ngữ tương đương, song dễ phân biệt với thông tin (Information), hay nội dung Thông tin được truyền đạt, đồng thời cũng dễ phân biệt với thuật ngữ Truyền thông, để chỉ hoạt động phổ biến thông tin theo một chiều (broadcasting) gắn với các phương tiện Truyền thông đại chúng (media).

dụng từ ngoài tầm phòng không trực tiếp của đối phương hoặc khó bị phát hiện. Thuộc lớp này, đáng chú ý là các phương tiện mang phóng tàng hình, tên lửa hành trình, và gần đây hơn, xuất hiện các máy bay không người lái chỉ huy, báo động sớm và chiến đấu. Máy bay không người lái chiến đấu đầu tiên là MQ-9A Predator, mang tên lửa chống tăng Hellfire, được dùng thử thực chiến tại Afghanistan cuối 2001.

Những phương tiện mang phóng thế hệ mới này có khả năng loại khỏi vòng chiến hàng loạt vũ khí trang bị của thời đại công nghiệp. Chẳng hạn, máy bay tàng hình đang đe doạ vô hiệu hoá radar - trụ cột của mọi hệ thống phòng không Quốc gia trên Thế giới. Kết hợp với vũ khí chính xác cao, chúng cho phép dùng lực lượng công kích nhỏ ít bị tổn thất thay cho cách đánh *biển người* trước đây. Thí dụ, trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, 59 máy bay tàng hình F-117A chỉ chiếm 2% lực lượng máy bay tham chiến phía Mỹ đã công kích tới 40% mục tiêu trên đất Iraq, và đến Chiến tranh Côxôvô 1999, để công kích 30% mục tiêu trọng điểm, Mỹ chỉ huy động 6 máy bay tàng hình B-2A. Nhìn chung, phương tiện mang phóng sức sống cao đang tạo ra cái gọi là *chiến trường số hoá*, cho phép tiến hành chiến tranh không cần con người có mặt trực tiếp, hoặc giảm tổn thất nhân lực đến tối thiểu. Đây cũng là điều chưa từng có trong chiến tranh thời đại công nghiệp.

Phương tiện bảo đảm chiến đấu đa phổ, về mặt chức năng gồm các lớp khí tài bảo đảm thu thập tình báo (sensor), truyền đạt thông tin (truyền tin) và đạo hàng. Ngoài ra, thuộc thành phần này còn có các phương tiện tác chiến điện tử và tác chiến thông tin, nhất là an ninh thông tin. Phương tiện bảo đảm chiến đấu đa phổ, đặc biệt các sensor được coi là có tác dụng "làm trong suốt chiến trường," cho phép bên làm chủ công nghệ nắm được thông tin đầy đủ và tiến tới thực thời về thế trận và những diễn tiến của đối phương, bảo đảm cho hiệu quả của vũ khí chính xác cao.[1]

Ngay từ đầu Thế kỷ XX, sự phát triển của các khí tài, cũng như vùng phổ ngày càng rộng của chúng, cái gắn bó chặt chẽ với những tiến bộ công nghệ, nhất là công nghệ điện tử, đã khiến không gian chiến trường ngày càng mở rộng. Nếu như khí tài truyền tin vô tuyến điện cho phép mở rộng tầm liên lạc, với vận tốc cao hơn so với truyền đạt viên trên bất kỳ phương tiện đi lại cao tốc nào; thì với radar, lần đầu tiên đã tạo khả năng quan trắc và tiến hành chiến đấu từ ngoài tầm nhìn thẳng; và sonar - phương tiện trinh sát thủy âm đã cho phép mở rộng môi trường tác chiến xuống dưới lòng đại dương. Các phương tiện bảo đảm chiến đấu được sử dụng trên các phương tiện mang phóng khác nhau, và có giá trị ngày càng tăng. Đến những năm 70, các khí tài bảo đảm chiến đấu, cùng với hệ thống C^3I tích hợp với chúng đã được coi trọng hơn bản thân vũ khí cũng như các phương tiện mang phóng. Đáng chú ý là, từ cuối những năm 50, với việc đưa các phương tiện trinh sát lên vệ tinh, lần đầu tiên các phương tiện bảo đảm chiến đấu được thực sự nhận thức như một lớp trang bị riêng, đặc thù. Cuộc đấu tranh giữa các phương tiện bảo đảm chiến đấu với các phương tiện chống phá và bảo vệ chúng đã tạo ra một lớp các phương tiện mới - phương tiện tác chiến điện tử. Và đến lượt nó, những phương tiện này lại tạo ra một dạng tác chiến đặc thù - tác chiến điện tử, hạt nhân của dạng thức chiến tranh điện tử, được đẩy lên tầm mức cao trong chiến tranh Việt Nam và những Cuộc chiến tranh công nghệ cao sau đó. Chính cuộc đấu tranh này là một trong những nguyên nhân dẫn tới những cuộc chạy đua, một mặt theo hướng mở rộng khai thác các phổ năng lượng phục vụ quân sự, mặt khác theo hướng tích hợp công nghệ, trong đó một trong những cách làm tiêu biểu là tích hợp các xenxơ để tạo những tính năng mới mà từng loại xenxơ không hề có.[2]

Từ những năm 60, với sự xuất hiện của các hệ thống tự động chỉ huy quân đội và điều khiển vũ khí, các phương tiện đạo hàng, truyền tin và tình báo (hay thu thập thông tin về địch tình) dần được tích hợp vào hệ thống này với tư cách là những bộ phận hợp thành của cái gọi là hệ thống chỉ huy, điều khiển, truyền tin và tình báo tích hợp tự động hóa hay hệ thống C^3I.

---

(1) Khi nói đến vũ khí chính xác cao, ta mới chỉ đề cập tới độ chính xác điều khiển. Còn để bảo đảm đánh trúng, vẫn phải kịp thời phát hiện, nhận dạng và định vị mục tiêu.

(2) Một thí dụ kinh điển là tích hợp rađa với khí tài trinh sát quang học để phân biệt giữa máy bay thực với mục tiêu giả do nhiễu tạo ra, đã được thực hiện ít nhất tại Việt Nam từ năm 1967. Một thí dụ khác là việc Nam Tư dùng mạng máy thu tác chiến điện tử, như hệ thống Tamara, để tạo ra cái được phương Tây gọi là mạng rađa thụ động đa trạm, cơ sở vật chất của cái gọi là "chiến thuật im lặng rađa" nổi tiếng, trong Cuộc chiến tranh Ban Căng 1999 (Xem thêm phần Rađa).

Hệ thống chỉ huy, điều khiển, truyền tin và tình báo tích hợp tự động hoá (C^3I) là lớp phương tiện công nghệ thông tin phục vụ hoạt động ra quyết định chiến đấu, bảo đảm chiến đấu cũng như điều khiển vũ khí trang bị một cách tự động và tiến dần lên tự hoạt. Từ những năm 70, hệ thống C^3I bắt đầu có tầm quan trọng tương đương những vũ khí trang bị quan trọng nhất, và tới cuối những năm 80 chúng đã được quân đội nhiều nước ưu tiên hàng đầu và coi là một trong những nhân tố chính để tăng cường hiệu suất sử dụng lực lượng cũng như vũ khí trang bị. Hệ thống C^3I không chỉ cho phép điều khiển vũ khí trang bị nhanh chóng, chính xác hơn (tạo ra vũ khí chính xác cao, phương tiện mang phóng thông minh), mà điều cốt yếu là cho phép người chỉ huy, thậm chí tổng tư lệnh, chỉ huy từng người lính đánh vào từng mục tiêu cụ thể. Đó là bước nhảy về chất của hoạt động chỉ đạo chiến tranh, biến hệ thống chỉ đạo chiến tranh kiểu phân tầng của thời đại công nghiệp thành hệ thống mạng lưới của thời đại thông tin.

Những phát triển tương lai

Nên đề cập chi tiết hơn vai trò của công nghệ thông tin trong thực tiễn phát triển công nghệ và phát triển vũ khí trang bị hiện đại. Hiện tại, công nghệ thông tin đang đóng vai trò đòn bẩy trong cách mạng công nghệ. Một mặt, công nghệ thông tin phổ biến nhanh chóng trong đời sống kinh tế xã hội, tạo nên *cơ sở hạ tầng thông tin* - bộ phận then chốt của cơ sở hạ tầng kinh tế- xã hội, cái đã khiến tin lực thực sự trở thành một nguồn lực trực tiếp, hơn nữa, nguồn lực quý giá nhất. Cơ sở hạ tầng thông tin phát triển đã tạo ra một dạng thức kinh tế mới, gọi là *kinh tế tri thức*, tiền đề vật chất khiến cái trước đây được gọi bằng một thuật ngữ không rõ ràng là *xã hội hậu công nghiệp*, gần đây đã được định danh là *xã hội thông tin*. Mặt khác, sự phát triển của công nghệ thông tin như vậy còn tạo ra những thay đổi về chất cho vũ khí trang bị, và do đó, cho cấu trúc lực lượng, cách đánh (chiến thuật cũng như tác chiến nói chung), cuối cùng, tạo đột biến về chất đối với tư tưởng và học thuyết quốc phòng/ quân sự. Nếu như từ đầu những năm 70 vũ khí công nghệ cao, nói chính xác hơn, *vũ khí thông thường công nghệ cao* đã có uy lực tương đương vũ khí hạt nhân chiến thuật - thành tựu cao nhất của cách mạng kỹ thuật, thì đến cuối những năm 80, các hệ thống C^3I- với tư cách là lớp phương tiện phục vụ ra quyết định, đã chính thức được xếp vào vị trí ưu tiên hàng đầu trong các loại trang bị, và được coi là một trong những nhân tố then chốt để nhân bội sức mạnh. Như đã nêu, gắn với quá trình chuyển dịch tầm quan trọng tương đối giữa vũ khí và trang bị ấy là qúa trình thay đổi hoạt động chỉ đạo chiến tranh, theo hướng cho phép cấp chỉ đạo ngày càng cao can thiệp trực tiếp vào cuộc chiến.

Chính nhu cầu ngày càng tăng trong đối phó với các hệ thống C^3I đã làm nảy sinh vũ khí thông tin - những phương tiện vật chất cũng như phi vật chất đặc thù, được tạo ra nhằm phá huỷ thông tin và cơ sở hạ tầng thông tin là chính, chứ không phải nhằm phá huỷ cơ sở vật chất nói chung. Là sản phẩm đặc thù của hình thái kinh tế-xã hội tri thức, vũ khí thông tin thuộc một phạm trù mới về chất so với tất cả những vũ khí khác từng được sáng chế trong lịch sử. Nét mới và khác về chất ấy thể hiện ở chỗ, lần đầu tiên thông tin (chứ không phải vật chất, dù dưới dạng chất/vật thể hay trường) đã thực sự trở thành mục tiêu, đồng thời cũng được trực tiếp dùng làm vũ khí. Nhờ đó, vũ khí thông tin đã không chỉ có tác dụng mở rộng mà còn làm thay đổi tận gốc quan niệm về mục đích cũng như mục tiêu chiến tranh. Nó là cơ sở *vật chất* cho tác chiến thông tin- dạng thức tác chiến đặc thù của cái gọi là chiến tranh thông tin- hình thái chiến tranh nhằm và có tác dụng làm sai lệch và huỷ hoại thông tin; từ đó, làm thay đổi nhận thức, ý chí và năng lực hành động của đối tượng chịu tác động. Do diễn ra vào bất kỳ thời điểm và địa điểm nào, không lệ thuộc vào việc có hay không có xung đột vũ trang, chiến tranh thông tin làm đảo lộn những quan niệm đã xác lập trong lịch sử về chiến tranh, chẳng hạn, xoá nhoà ranh giới không gian về chiến trường cũng như ranh giới thời gian giữa thời bình và thời chiến. Mặt khác, do vũ khí và hoạt động chiến tranh thông tin được nhiều tổ chức và cá nhân thực hiện, nói cách khác, do tính xã hội hoá rộng rãi rộng rãi của nó, nên chiến tranh thông tin đã làm thay đổi hẳn quan niệm về lực lượng tham chiến, cũng như về người lính. Người lính cơ bắp với *súng đạn đến tận răng* như cách hiểu xưa nay đã nhường chỗ cho người lính *bác học* với thứ *vũ khí vô hình* gọi là phần mềm và thủ đoạn tác chiến chính không phải là huỷ diệt cơ sở vật chất hoặc tiêu diệt thân xác, mà là huỷ diệt ý chí đối phương. Cuối cùng, vũ khí và chiến tranh thông tin đã xoá nhoà ranh giới giữa công nghệ quân sự và dân sự, chẳng hạn, vì không thể xác định một phần

mềm độc hại - một virus là có nguồn gốc quân dụng hay dân dụng.

Theo nhiều dự báo, trong giai đoạn cách mạng công nghệ tiếp theo đóng vai trò đòn bẩy sẽ là công nghệ sinh học phân tử, và gắn với nó là công nghệ nano, tức là công nghệ cho phép xử lý vật liệu ở quy mô 10^{-9}m (cỡ phần tỉ mét). Một trong những thí dụ là sáng chế mới đây về công nghệ sản xuất bộ vi xử lý không phải trên cơ sở silic như hiện nay mà trên chuỗi phân tử, trong đó, đóng vai trò đóng mở logic không phải là tiếp giáp silic mà là phân tử. Máy tính phân tử sẽ có kích thước nhỏ hơn hàng triệu lần và rẻ hơn hàng nghìn lần so với máy tính trạm hiện hành, có thể đưa vào hệ thống tuần hoàn của cơ thể người hoặc nhúng vào các phần tử thông minh làm chức năng bảo đảm chính xác cho những cụm phân tử khác. Từ đó có thể chế tạo robot phân tử, chẳng hạn, thực bào nhân tạo tự tìm diệt tế bào ung thư hoặc tế bào chọn lọc nào đó theo mệnh lệnh, động cơ phân tử để vận chuyển dược phẩm hoặc độc tố đến những tế bào xác định trong cơ thể. Tương tự, những thành tựu công nghệ sinh học mới, như chuyển gene, nhân bội tế bào gốc, nhân bản hay sinh sản vô tính trên động vật (Cloning) và giải mã bộ gen người, hoàn toàn có thể được dùng cho mục đích chống con người, dù có hay không diễn ra xung đột vũ trang. Nói chung, trong bối cảnh đó, khó có thể vạch ranh giới giữa công cụ lao động với công cụ chiến tranh. Vì vậy, cái khác biệt duy nhất dường như chỉ là mục đích sử dụng.

Thay phần kết

Ngoài những phát triển trên, trong thực tiễn còn xuất hiện nhiều vũ khí và cách đánh nằm ngoài sức tưởng tượng của *kẻ mạnh*. Đến Sự kiện 11-9 người ta mới biết rằng hoàn toàn có thể dùng máy bay chở khách như một vũ khí. Đấy là một trong những thí dụ về cách đánh không thể đối phó bằng các chương trình chống tên lửa đắt tiền TMD và NMD, được tổng thống Bush đưa ra theo *tư duy thời Chiến tranh Lạnh*.

Nên lưu ý rằng, cuộc đấu tranh chống chiến tranh công nghệ cao nói chung, chống vũ khí trang bị công nghệ cao nói riêng đã làm nảy sinh nhiều phương tiện cũng như những giải pháp đấu tranh vũ trang mới - mặc dù có thể không phải là công nghệ đỉnh cao, không đòi hỏi quá nhiều về tài chính, song đem lại những hiệu quả thiết thực, cho phép triệt tiêu một phần đáng kể ưu thế công nghệ cao. Radar hai trạm, và một biến thể độc đáo của nó - rađa thụ động, được coi là giải pháp hữu hiệu để phát hiện máy bay tàng hình; hơn nữa, do không cần phát sóng chúng cũng trở thành thứ *radar tàng hình*, vô hiệu hoá tên lửa chống bức xạ - thứ vũ khí chống radar chuyên dụng, từng có tác dụng loại rađa điều khiển hoả lực phòng không ra khỏi cuộc chiến như đã thấy từ Sự kiện Tripoli 1996. Cơ động hoá vũ khí trang bị phòng không không chỉ cho phép tránh bị công kích bằng vũ khí chính xác cao, mà còn cho phép tạo thế trận phòng không linh hoạt, bất ngờ, hiệu suất cao. Nguy trang và tạo giả, nhiều khi bằng những phương tiện rẻ bất ngờ, không những là cách có hiệu quả để bảo vệ mình, mà còn là một trong những biện pháp khiến bên không kích phải nản lòng. Chính thế trận toàn dân, toàn diện đã vô hiệu hoá chiến tranh công nghệ cao, thậm chí đã cho phép sử dụng những vũ khí trang bị thế hệ IV bắn hạ máy bay tàng hình F-117A, chấm dứt huyền thoại về một trong những *chủ bài công nghệ* của cái gọi là *sức mạnh không tưởng tượng nổi của không lực Hoa Kỳ*.

19.1. VŨ KHÍ CHÍNH XÁC CAO

Vũ khí chính xác cao là thuật ngữ để chỉ những vũ khí thông thường (phi hạt nhân) có bán kính trúng đích bằng hoặc nhỏ hơn bán kính sát thương, hay vũ khí có xác suất diệt mục tiêu từ 50% trở lên. Chúng còn được gọi là vũ khí công nghệ cao, do được chế tạo trên cơ sở ứng dụng các thành tựu công nghệ đỉnh cao. Song, chính xác hơn phải gọi đó là vũ khí trên cơ sở thông tin, vì lẽ, công nghệ thông tin là yếu tố cơ bản tạo nên độ chính xác cao của lớp vũ khí này. Theo loại hình, vũ khí chính xác cao được chia thành bom đạn, tên lửa, đạn pháo, đạn cối,... chính xác cao.

Lịch sử phát triển vũ khí chính xác cao, không chỉ gắn với công nghệ thông tin, mà trước hết gắn liền với lịch sử phát triển của công nghệ điện tử. Vũ khí chính xác cao đầu tiên xuất hiện từ đầu những năm 70. Thời gian này công nghệ mạch tích hợp phát triển chưa cao, chưa tinh vi và nhất là độ bền chưa cho phép chịu được gia tốc cao. Vì thế, những mẫu vũ khí chính xác cao đầu tiên là bom và tên lửa - loại vũ khí không hoặc ít chịu gia tốc lớn. Mẫu đầu tiên là bom liệng môđun GBU-15, dẫn bằng truyền hình hoặc hồng ngoại nửa chủ động, do Mỹ phát

triển. Đầu những năm 80, với sự phát triển các mạch tích hợp có khả năng chịu gia tốc cao (tới 10g), đã xuất hiện các kiểu đạn pháo và đạn cối điều khiển chính xác, trong đó mẫu đầu tiên là đạn pháo dẫn bằng laser nửa chủ động M712 Copperhead.

Nhờ độ chính xác cao (tới 85% với bom GBU-15, 92% với đạn Copperhead) vũ khí chính xác cao hứa hẹn giảm đáng kể lượng đạn dược tiêu thụ cho một trận đánh, nhờ đó giảm đáng kể gánh nặng hậu cần; song điều quan trọng nhất, chúng tạo ra một cách đánh mới - lấy công kích chính xác cao thay cho mật độ hoả lực cao.

Vũ khí chính xác cao được sử dụng đầu tiên là bom dẫn bằng laser GBU-2, sử dụng lần đầu vào năm 1972, tại Chiến trường Việt Nam. Cho đến Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1990-91, lượng bom đạn chính xác cao được sử dụng chiếm tới 7% tổng số bom đạn, trong đó có những vũ khí chuyên diệt radar như tên lửa chống radar cao tốc AGM-88 HARM của Mỹ, tên lửa chống radar tự hoạt ALARM của Anh; bom xuyên phá hầm ngầm dẫn bằng laser GBU-28... Cùng với việc huy động các phương tiện trinh sát ở mọi tầng, từ vệ tinh trên vũ trụ tới máy bay không người lái ở độ cao cực thấp, huy động tên lửa hành trình và máy bay tàng hình F-117; việc sử dụng bom đạn chính xác cao trên quy mô lớn đã lần đầu tiên tạo nên cái gọi là *chiến tranh công nghệ cao*, với cách đánh được gọi theo ngôn ngữ mang đậm sắc thái tâm lý chiến là đánh theo kiểu *giải phẫu* hoặc *điểm huyệt*.

Sau chiến tranh vùng Vịnh, vũ khí chính xác cao tiếp tục được cải tiến, hoàn thiện thêm, mà một trong những hướng đáng chú ý là khai thác hệ thống định vị toàn cầu GPS để khắc phục các ảnh hưởng thời tiết, tăng độ tin cậy trúng đích, giảm dấu hiệu bộc lộ khi công kích, và nhất là giảm giá thành vũ khí, do đó, giảm chi phí diệt mục tiêu. Ngay từ đầu những năm 90, máy thu đạo hàng GPS đã được dùng cho hàng loạt vũ khí khác nhau, từ những vũ khí tinh vi, như tên lửa hành trình tầm trung phóng từ biển BGM-109 Tomahawk (1993), tên lửa hành trình phóng từ máy bay AGM-86 (1994), bom điều khiển có động lực AGM-130 (1996), tới các mẫu bom đạn tương đối đơn giản, như bom xuyên GBU-28 (1993), bom liệng GBU-15 (1994). Đã xuất hiện những vũ khí được phát triển riêng để khai thác công nghệ GPS, như bom công kích từ ngoài tầm hoả lực phòng thủ AGM-154 JSOW, bom dùng GPS để hỗ trợ điều khiển GAM, và đặc biệt là bom công kích trực tiếp GBU-29/30 JDAM. Bom JDAM được tạo ra bằng cách lắp bộ đuôi điều khiển GPS giá thành hạ lên một quả bom thông thường dùng làm phần chiến đấu, nhờ đó, có thể thực hiện nhiều chức năng khác nhau một cách linh hoạt. JDAM là một hệ thống vũ khí tự hoạt, có khả năng đạt độ chính xác 13m khi phóng rải từ cự ly an toàn 20km, và thậm chí có thể đạt độ chính xác 3m với đầu tìm GPS vi sai.Với phần chiến đấu là bom xuyên 1.000kg, JDAM có khả năng chiến đấu không kém tên lửa hành trình Tomahawk, song giá thành chỉ xấp xỉ 1/50 (khoảng 18.000-20.000 USD so với 1 triệu USD của Tomahawk). Như vậy, việc khai thác công nghệ máy tính và mạng vệ tinh định vị toàn cầu đang tạo ra một thế hệ vũ khí chính xác cao mới, thế hệ II, có đặc điểm đáng chú ý là giá thành hạ, góp phần đáng kể giảm chi phí chiến tranh cho bên có ưu thế công nghệ.

Trong Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999, vũ khí chính xác cao đã được sử dụng với tỉ lệ áp đảo, chiếm 85-90% tổng số bom đạn mà Mỹ và NATO đã trút xuống chiến trường này. Tuy nhiên, Ban Căng cũng là nơi lần đầu tiên vũ khí chính xác cao đã không phát huy được tác dụng, hơn nữa còn bộc lộ nhiều nhược điểm khó tránh. Sự bất lực của vũ khí điều khiển chính xác, và phương tiện chiến tranh 'công nghệ cao' nói chung tại đây là thất bại đầu tiên của vũ khí trang bị được tạo ra trên cơ sở thông tin, cũng như thất bại đầu tiên của dạng thức chiến tranh công nghệ cao.

Trong Chiến tranh Iraq 2003, vũ khí điều khiển chính xác vẫn tiếp tục là thành phần cơ bản trong tiến công đường không. Tổng cộng, phía Mỹ đã sử dụng tới 19.948 bom điều khiển laser và vệ tinh, gấp đôi lượng bom đạn không điều khiển - 9.251 quả. Có tới 35% trong số này là vũ khí dẫn bằng GPS hoặc kết hợp GPS, và nếu tính cả số tên lửa hành trình được nâng cấp với GPS, tổng số bom đạn chính xác cao thế hệ II lên tới 60%. Đặc biệt, lúc này vũ khí chính xác cao thế hệ II đã có nhiều chủng loại. Nếu như trong Chiến tranh Ban Căng, Mỹ mới sử dụng họ bom JDAM, thì tới chiến tranh Iraq họ còn sử dụng nhiều họ bom đạn mới khác. Một điển hình là họ bom AGM-154 JSOW, dùng hệ dẫn kết hợp quán tính vệ tinh (INS/GPS), và do có động lực, còn được xếp vào vũ khí tên lửa. Ngoài ra,

còn có những vũ khí chính xác cao đáng chú ý như EGBU-27 LGB/GPS và bom hiệu chỉnh gió GBU-105 WCMD. Thực chất, EGBU-27 là bom laser GBU-27 nâng cấp với hệ thống dẫn vệ tinh GPS, nhờ đó có thể sử dụng trên F-117A trong mọi thời tiết. GBU-105 WCMD là một họ bom hoàn toàn mới, được sử dụng lần đầu, với thiết bị hiệu chỉnh gió cho phép bay đúng vệt đã định và rải bom con GBU-105 dẫn laser, có khả năng tự hoạt tìm mục tiêu tăng thiết giáp. Ngoài ra, nếu tại Ban Căng bom đạn chính xác cao thế hệ II chỉ mang trên máy bay ném bom chiến lược tàng hình B-2A, thì tới 2003, chúng được sử dụng trên hàng loạt phương tiện mang phóng khác, từ máy bay ném bom như B-1, B-52, máy bay tiêm kích tàng hình F-117A, tới những máy bay chiến thuật của không quân và hải quân, như F-16, F-14 và F/A-18. Tuy nhiên, trong thực chiến vũ khí chính xác cao đã không đạt hiệu suất mong muốn, thậm chí có nguồn của phía Mỹ cho rằng chưa đạt tới 15%. Ngoài các nguyên nhân như "bão cát và điều kiện thời tiết," chính Tổng thống Mỹ Bush đã kết tội "máy gây nhiễu GPS do Nga cung cấp" đã khiến bom đạn chính xác cao của Mỹ bị vô hiệu hóa nhiều đến khó tưởng tượng.

19.2. TÀNG HÌNH - PHƯƠNG TIỆN MANG PHÓNG VÀ CÔNG NGHỆ

Phương tiện mang phóng tàng hình là một bộ phận, và là bộ phận đông đảo nhất của các phương tiện mang phóng sức sống cao. Chúng còn được gọi là phương tiện mang phóng dấu mình, một thuật ngữ mang đậm tính tuyên truyền, để chỉ một lớp các phương tiện mang phóng vũ khí có dấu hiệu bộc lộ nhỏ, hay có khả năng bị quan sát, phát hiện thấp. Nói cho cùng, mục đích của việc chế tạo các phương tiện mang phóng tàng hình là giúp chúng hoạt động an toàn thông qua vô hiệu hoá các phương tiện quan trắc, cảnh báo, bắt bám và điều khiển hoả lực của đối phương. Do khó bị quan sát, phát hiện, phương tiện mang phóng tàng hình có khả năng đột nhập sâu hơn vào khu vực mục tiêu, công kích mục tiêu một cách chính xác và bất ngờ hơn, đồng thời, giảm đáng kể khả năng bị giáng trả - tức là giảm đáng kể tổn thất về trang bị và nhất là về sinh lực cho bên sử dụng. Về mặt tác chiến điện tử, việc sử dụng các phương tiện mang phóng tàng hình cho phép giảm đáng kể nhu cầu chế áp hay đối phó điện tử, và do đó, giảm đáng kể lực lượng hộ tống, bảo đảm chiến đấu, đi kèm lực lượng chiến đấu.

Lý thuyết về vấn đề giảm dấu hiệu bộc lộ đã được đưa ra từ những năm 50, và đến đầu những năm 70 với sự phát triển của máy tính điện tử, đề án chế tạo phương tiện mang phóng tàng hình đầu tiên đã được triển khai. Đó là đề án chế tạo máy bay tiêm kích tàng hình F-117 của Mỹ, được đưa ra từ 1974, tức là chỉ 2 năm sau trận Điện Biên Phủ trên không, khi cả tên lửa chống radar lẫn những phương tiện chế áp điện tử tiên tiến nhất, có tác dụng xoá trắng màn hình radar vẫn không cứu nổi pháo đài bay B-52 khỏi rụng rơi tơi tả trên bầu trời Hà Nội. Cho đến nay, đã xuất hiện các máy bay chiến đấu tàng hình B-2A, F-117A, F-22A và máy bay lên thẳng RAN-66A. Bên cạnh đó, còn có những máy bay nửa tàng hình (như máy bay ném bom chiến lược B-1B) và máy bay thông thường tàng hình hoá. Đến những năm 80, xuất hiện các tên lửa hành trình chiến lược tàng hình, như ACM-86 và MCM-137 của Mỹ. Cũng trong thời gian đó, tiếp tục xuất hiện hàng loạt đề án chế tạo các loại phương tiện mang phóng tàng hình khác, như tàu nổi, tàu ngầm và xe chiến đấu các loại. Trong lĩnh vực tàu thuyền, đáng chú ý là khinh hạm La Fayette (Pháp), tàu khu trục Murasame (Nhật), tốc hạm mang tên lửa SAR- 2000 của Đức, tàu đệm khí mang tên lửa Smuge (Thuỵ Điển), các tàu hộ tống , Eilath của Ixraen, YS 2000 Visby, Cougar của Anh và Sea Shadow của Mỹ. Trong lĩnh vực tăng thiết giáp, có hàng loạt đề án chế tạo xe chiến đấu tàng hình tại Nga, Nhật, Anh, Pháp, Đức, Ixraen, và đặc biệt là tại Mỹ, nơi đã đầu tư tới 160 tỉ USD cho đến đầu Thế kỷ XXI cho các phương tiện mang phóng tàng hình, cũng như cho công nghệ tàng hình nói chung.

Để tàng hình hóa các phương tiện mang phóng, người ta áp dụng một loạt các giải pháp công nghệ khác nhau, gọi chung là công nghệ tàng hình, hay công nghệ giảm dấu hiệu bộc lộ. Có thể coi công nghệ giảm dấu hiệu bộc lộ như một bộ phận của công nghệ nguỵ trang. Song, nếu như công nghệ nguỵ trang còn có thể được áp dụng cả bên ngoài phương tiện cần che dấu (như dùng lưới che, màn khói, hoặc mồi bẫy), thì công nghệ tàng hình chỉ được áp dụng trên bản thân phương tiện.

Tuỳ mục đích che giấu trước các khí tài quan trắc làm việc theo các nguyên lý khác nhau, công nghệ

giảm dấu hiệu bộc lộ được chia thành các công nghệ giảm dấu hiệu radar, quang học (quan sát bằng mắt), hồng ngoại, âm thanh, và giảm dấu hiệu các trường vật lý khác. Đáng chú ý là, một giải pháp có tác dụng giảm dấu hiệu bộc lộ trong lĩnh vực này lại dễ tạo ra dấu hiệu bộc lộ trong lĩnh vực khác.[1] Vì vậy, khó có thể chọn ra một tập hợp giải pháp vạn năng cho mọi phương tiện mang phóng. Mặt khác, tuỳ chủng loại, nhu cầu chiến kỹ thuật và môi trường hoạt động, các phương tiện mang phóng tàng hình gặp những vấn đề khác nhau về phương thức giảm dấu hiệu bộc lộ, và do đó, đòi hỏi áp dụng những giải pháp công nghệ khác nhau.

Máy bay tàng hình. Vấn đề thiết yếu đặt ra với máy bay là giảm khả năng bị phát hiện trước radar - xương sống của các hệ thống phòng không, cũng như trước tên lửa phòng không dẫn bằng radar - mối đe doạ nguy hiểm nhất đối với máy bay. Vì thế, công nghệ tàng hình cho máy bay tập trung trước hết vào các giải pháp chống radar. Bên cạnh đó, sự phát triển của các phương tiện quan trắc và điều khiển hoả lực dựa trên các nguyên lý quang học, hồng ngoại cũng đòi hỏi đối phó thích ứng. Có ba loại giải pháp giảm dấu hiệu bộc lộ chính được áp dụng cho máy bay, đó là các giải pháp kết cấu, giải pháp vật liệu và giải pháp động cơ.

Về kết cấu, để tránh tạo ra các bộ phản xạ góc, máy bay tàng hình không có đuôi đứng, chi tiết góc cạnh và nhất là tránh góc vuông. Cửa hút gió được vát lên trên, còn ống hút gió không chạy thẳng như ở máy bay thường, để tránh tạo thành hốc cộng hưởng. Kết cấu bề mặt cũng được thiết kế sao cho không tạo sóng phản xạ trực tiếp. Về vật liệu, đáng chú ý nhất là các vật liệu hấp thụ sóng điện từ trên dải sóng radar, dùng trên vỏ máy bay. Ngoài ra, người ta còn dùng phổ biến các loại sơn hấp thụ sóng điện từ, cũng như sơn nguỵ trang có tác dụng trong dải thị tần cũng như hồng ngoại. Nhìn chung, đó là các mẫu sơn xẫm màu, không bóng. Do nhu cầu giảm dấu hiệu bộc lộ, cũng như giảm khối lượng kết cấu, vật liệu phức hợp được sử dụng với tỷ lệ cao. Nhiều trường hợp, chẳng hạn, trên máy bay lên thẳng tàng hình RAN-66, thậm chí vật liệu phức hợp chiếm tới 60% khối lượng kết cấu. Về thiết bị động lực, máy bay tàng hình đòi hỏi động cơ ít bộc lộ dấu hiệu hồng ngoại, và do đó, gắn với sự phát triển của động cơ phản lực hai dòng khí với buồng đốt kiệt và không có bộ phận tăng lực phụt lửa hậu - vừa tiết kiệm nhiên liệu, vừa có nhiệt độ luồng phụt tương đối thấp.

Mẫu máy bay tàng hình đầu tiên, máy bay F-117, có dạng bướm ma với bề mặt gồm một số hữu hạn các mặt tam giác, đuôi đứng nhỏ vát mạnh về sau. Nhờ áp dụng tổng hợp các biện pháp công nghệ nói trên, nó có tiết diện phản xạ radar hiệu dụng cỡ 0,1- 0,4m², tức là nhỏ hơn hàng chục lần so với máy bay chiến đấu thông thường (5-10m² ở máy bay tiêm kích như F- 15).[2]

Nhờ sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin, mà trước hết là công nghệ tính toán, cuối những năm 70, mẫu máy bay tàng hình thứ hai - máy bay B-2 đã có dạng cá đuối không đuôi - một cấu hình không đuôi đứng, với bề mặt uốn lượn đều đặn. So với F-117A, máy bay B-2A có diện tích phản xạ còn nhỏ hơn, khoảng 0,15m², hay chỉ bằng 1/60 máy bay cùng kích thước. Cả hai máy bay đều dùng hệ thống điều khiển bay điện tử, vì lẽ, chúng được thiết kế tối ưu cho giảm dấu hiệu bộc lộ, chứ không phải tối ưu cho tính năng bay, vì vậy phải có hệ thống điều khiển đủ mạnh và đủ nhạy. Với máy bay lên thẳng, ngoài những giải pháp chung còn đòi hỏi những giải pháp đặc thù, như bỏ rotor đuôi và giảm dấu hiệu bộc lộ của bộ rotor chính.

Tàu chiến tàng hình. Hạm nổi và ngầm hoạt động trong môi trường không hoàn toàn giống nhau, do đó đòi hỏi áp dụng những giải pháp công nghệ giảm dấu hiệu bộc lộ khác nhau. Nhìn rộng hơn, mỗi chủng loại tàu đòi hỏi áp dụng những công nghệ giảm dấu hiệu trọng điểm khác nhau, chẳng hạn, trọng điểm của tàu ngầm là giảm dấu hiệu âm thanh (thuỷ âm), của hạm nổi lớn - dấu hiệu radar, tốc hạm - màu sắc nguỵ trang, hạm tàu nguyên lý mới (tàu cánh ngầm, tàu đệm khí,...) - dấu hiệu hồng ngoại.

---

(1) Chẳng hạn, lớp vàng dát mỏng đến trong suốt trên vòm buồng lái máy bay có tác dụng giảm tín hiệu phản xạ radar, song lại dễ bị phát hiện bằng mắt thường. Sử dụng plasma khí có tác dụng làm mất tín hiệu radar, song để lại vệt sáng chói đặc trưng, thậm chí cho phép phát hiện từ cự ly xa hơn.

(2) Đó là trước radar sóng centimet. Còn trước radar sóng dài hơn, chẳng hạn, radar sóng mét, F-117 có tiết diện phản xạ hiệu dụng lớn hơn nhiều. Đặc biệt, các giải pháp vật liệu hấp thụ năng lượng radar hầu như vô dụng trước mạng rađa thụ động (Xem thêm Radar).

Với hạm nổi cỡ khinh hạm (1.000-2.000 tấn), tàng hình hoá hoàn toàn là không tưởng. Tuy nhiên, vẫn có thể giảm dấu hiệu bộc lộ của tàu, khiến nó lẫn với các tàu chiến nhỏ hoặc tàu nổi thương mại thông thường. Với tàu nổi nói chung, bên cạnh các công nghệ chống phát hiện bằng radar, quang học và hồng ngoại tương tự như với máy bay, còn phải áp dụng các công nghệ giảm dấu hiệu thuỷ âm.

Để giảm dấu hiệu radar, phần nổi trên mặt nước của tàu được tạo dáng tối ưu, với các mặt uốn đều đặn, tránh tạo ra kết cấu đối xứng, hốc lõm và mặt vuông góc, kể cả vuông góc giữa thân tàu với mặt nước. Ngoài ra, trên tàu còn sử dụng các tấm phủ, sơn nguỵ trang và các vật liệu kết cấu đặc biệt, có tác dụng hấp thụ sóng điện từ. Để giảm bức xạ nhiệt, cũng có một loạt giải pháp, trong đó đáng chú ý là cách nhiệt các nguồn tạo hồng ngoại, giảm nhiệt độ khí thải, dùng vật liệu siêu dẫn trong các thiết bị điện lực. Dùng vật liệu phức hợp để chế tạo vỏ tàu và các kết cấu trên tàu, ngoài tác dụng giảm dấu hiệu hồng ngoại, còn có tác dụng đáng kể trong giảm dấu hiệu radar cũng như giảm khối lượng tàu. Để giảm khả năng bị phát hiện bằng phương tiện thuỷ âm, bên cạnh việc áp dụng các nguyên lý thuỷ động, các công nghệ đóng tàu mớn nước nhỏ, người ta còn sử dụng các hệ thống tiêu âm đặc biệt và các thiết bị động lực mới có mức ồn nhỏ, chẳng hạn, dùng tuabin khí thay động cơ diesel. Tàu mặt nước tàng hình điển hình là khinh hạm La Fayette của Pháp. Nhờ công nghệ, con tàu 3.600 tấn này có dấu hiệu bộc lộ tương đương một tàu tuần tiễu 500 tấn.

Với tàu ngầm, gần như không phải đặt ra vấn đề chống phát hiện bằng radar. Song, bên cạnh vấn đề giảm dấu hiệu hồng ngoại và thuỷ âm, mà cách xử lý không hoàn toàn giống như với tàu nổi, còn phải giải quyết vấn đề chống các phương tiện phát hiện dựa trên các hiệu ứng dị thường từ và trường điện từ tần số thấp.

Tăng thiết giáp tàng hình. Với tăng thiết giáp, từ trước khi có các công nghệ giảm dấu hiệu bộc lộ, người ta đã áp dụng các phương pháp nguỵ trang truyền thống, như lợi dụng điều kiện tự nhiên, sử dụng lưới, sơn nguỵ trang, tạo màn khói và giảm chiều cao cũng như tiết diện chính diện của xe. Các giải pháp công nghệ mới tập trung vào các hướng như dùng vật liệu phức hợp chế tạo thân xe và tháp pháo, giảm thiểu bức xạ hồng ngoại, tiếng ồn và dùng các vật liệu sơn phủ có khả năng hấp thụ năng lượng trong nhiều dải sóng - radar, hồng ngoại, laser và cả trong dải thị tần, mà một trong những điển hình là *vật liệu nguỵ trang nhiều công dụng* do Đức phát triển. Một trong những trở ngại đối với vấn đề tàng hình hoá tăng thiết giáp là chúng hoạt động trong môi trường rất đa dạng, khác biệt nhau rất lớn không chỉ về màu sắc, nhiệt độ nền mà cả những biến động của các yếu tố môi trường theo không gian và thời gian. Vì vậy, cũng đã có những ý tưởng nghiên cứu tạo lớp vỏ nguỵ trang thông minh, mang tính chủ động, có khả năng hoà lẫn với môi trường ngoài, tương tự như da tắc kè hoa. Song, cho đến nay, điều đó vẫn chưa trở thành hiện thực.

Phương tiện mang phóng tàng hình trong thực chiến. Cho đến nay, mới chỉ có máy bay tàng hình đã được sử dụng trong thực chiến. Mẫu máy bay tàng hình đầu tiên tham gia xung đột vũ trang là F-117A, được sử dụng lần đầu tiên năm 1990 tại Panama. Trong chiến tranh vùng Vịnh 1991, chúng được huy động tới 44 trong tổng số 59 chiếc hiện có, đảm nhiệm 40% số mục tiêu, mà không hề bị bắn rơi. Tới Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999, đến lượt máy bay ném bom chiến lược tàng hình B-2A được sử dụng thực chiến. Mặc dù chỉ huy động 6 chiếc, song B-2A cũng đảm nhận tới 30% số mục tiêu trọng yếu, với vũ khí chính là các bom đạn chính xác cao thế hệ mới - dẫn bằng vệ tinh GPS, trong đó có cả bom xung điện từ, dùng để phá huỷ cơ sở hạ tầng thông tin của Nam Tư. Song cũng tại Ban Căng, lần đầu tiên máy bay tàng hình F-117A bị bắn rơi tại chỗ, sau 1788 lần bay thực chiến mà không hề bị bắn hạ.

Do khả năng vô hiệu hoá radar - xương sống của mọi lực lượng phòng không hiện đại, sự xuất hiện của máy bay tàng hình đem lại những biến đổi mạnh mẽ trong phòng không cũng như trong quân sự nói chung. Với bên bị tiến công, máy bay tàng hình, cũng như phương tiện mang phóng tàng hình nói chung, đã làm tăng đáng kể mức độ khó khăn. Với bên tiến công, chúng góp phần làm tăng đáng kể hiệu suất tác chiến, về hiệu quả chi phí cũng như về giảm tổn thất nhân lực. Và nhìn chung, chúng đã tạo ra những biến đổi to lớn đối với dạng thức tác chiến; chẳng hạn, làm thay đổi hẳn kết cấu lực lượng đột phá phòng không, theo hướng trở về cách đánh *dùng từng máy bay*. Đã có những ý kiến đánh giá bước ngoặt mà máy bay chiến đấu tàng hình tạo ra trong chiến tranh hiện đại tương đương với bước

ngoặt mà máy bay phản lực và tên lửa hạng nặng đem lại vào những năm 50 Thế kỷ XX.

Tuy nhiên, việc máy bay tàng hình F-117A bị bắn rơi tại Ban Căng năm 1999 đã chấm dứt một thập kỷ chiếm lĩnh vị trí đỉnh cao trong các công cụ chiến đấu và đồng thời, chấm dứt luôn huyền thoại không thể bị bắn hạ của máy bay tàng hình, cũng như của các phương tiện mang phóng tàng hình nói chung. Điều đó, bước đầu đã khiến cho những vấn đề tàng hình và chống tàng hình trở thành một trong những tiêu điểm thu hút sự quan tâm rộng rãi của giới hoạch định quân sự trong tác chiến tương lai.

19.3. HỆ THỐNG CHỈ HUY, ĐIỀU KHIỂN, TRUYỀN TIN VÀ TÌNH BÁO

Hệ thống chỉ huy bộ đội, điều khiển vũ khí, truyền tin và tình báo tích hợp tự động hoá, gọi tắt là hệ thống chỉ huy và điều khiển hay hệ thống C^3I,[(1)] là lớp phương tiện công nghệ thông tin phục vụ hoạt động ra quyết định (hạ quyết tâm) chiến đấu. Về mặt trang bị kỹ thuật, hệ thống C^3I gồm ba thành phần cơ bản là các phương tiện thu thập, truyền đạt và xử lý thông tin. Chúng không những có tác dụng thay thế đáng kể cho con người trong các hoạt động chỉ huy và điều khiển, mà còn có tác dụng đẩy nhanh đáng kể tốc độ thu thập, xử lý và truyền đạt thông tin.

Nên lưu ý rằng, C^3I là một hệ mở, luôn có mối liên kết thông tin với những hệ thống trang bị nó khai thác, cũng như phục vụ. Mặt khác, do các bộ phận hợp thành của hệ luôn gắn với một hệ thống chiến đấu hoặc bảo đảm chiến đấu cụ thể, nên không riêng bản thân các trang bị thu thập và truyền đạt thông tin, mà chính sự phát triển các phương tiện mang chúng - tàu thuỷ, máy bay và vệ tinh - đã tạo ra bước nhảy vọt về vai trò của toàn hệ C^3I. Chẳng hạn, vệ tinh trinh sát, đạo hàng và truyền tin đã có tác dụng đưa hoạt động chỉ đạo chiến tranh, và do đó, mở rộng quy mô của chiến tranh lên tận khoảng không vũ trụ.

Hệ thống C^3I ra đời từ những năm 60, khi các ngành khoa học công nghệ phát triển mạnh mẽ, nhất là điện tử và máy tính, dẫn tới sự xuất hiện của hàng loạt phương tiện chiến tranh mới, có tầm tác động ngày càng xa, uy lực ngày càng lớn và độ chính xác ngày càng cao, nhất là trong bối cảnh đối phải đối phó với đòn phủ đầu bằng tên lửa mang đầu đạn hạt nhân. Tình hình đó đã đặt ra nhu cầu đẩy nhanh tốc độ phản ứng của bộ đội và vũ khí trang bị trong điều kiện cục diện chiến đấu và chiến dịch thay đổi cực kỳ nhanh chóng, không thể đáp ứng với các quy trình chỉ huy bộ đội và điều khiển vũ khí thủ công. Mặt khác, cũng chính những phát triển công nghệ, nhất là điện tử và máy tính, đã tạo tiền đề vật chất cho sự ra đời của hệ thống tự động hóa mới này.

Với sự phát triển và vai trò ngày càng cao của máy tính, các hệ C^3I có mức độ tích hợp ngày càng cao, trở thành cái gọi là các hệ thống C^4ISR (Command, Control, Communication, Computer, Intelligent, Survaillance and Reconessance). Hệ thống C^4ISR còn có thể được biểu diễn là Computer C^3I Surveillance and Reconnessance, tức là hệ thống C3I thế hệ mới, với máy tính là một bộ phận và có thêm các chức năng trinh sát và giám sát chiến trường. Hệ thống như vậy thường được gọi là hệ C^3I mở rộng chức năng nhờ máy tính, trong đó máy tính chính thức được coi là bộ phận hợp thành của hệ. Hơn nữa, với việc đưa thêm các thành phần giám sát và trinh sát, hoạt động tình báo đã được khai thác theo chiều sâu, tích hợp thêm các yếu tố bao quát không gian và liên tục về thời gian (giám sát) cũng như các yếu tố cụ thể, thực thời (trinh sát).[(2)]

Tới cuối những năm 80, các hệ C3I không còn xếp sau các hệ thống vũ khí, mà hơn nữa đã được quân đội nhiều nước xếp vào danh sách ưu tiên

---

(1) C^3I là chữ viết tắt tiếng Anh của cụm từ Command - nghĩa là chỉ huy [con người], Control - điều khiển [máy móc], Communication - truyền tin và Inteligence - nghĩa là tình báo, để chỉ các chức năng của hệ thống trang bị đặc thù này. Trong tiếng Nga, trang bị này được gọi là hệ ASU - Avtomaticheskaja Sistema Upravlenii.

(2) Tình báo (Intelligence), giám sát (surveillance) và trinh sát (reconnaissance) là ba phần tử của thành phần thu thập thông tin về địch tình (ISR) trong hệ thống chỉ huy quân đội và điều khiển vũ khí trang bị tự động hóa, hay hệ C^4ISR. Trong hệ thống chỉ huy và điều khiển thế hệ trước - hệ C^3I, tình báo được hiểu là bao hàm cả các chức năng giám sát - thu thập thông tin về địch tình suốt ngày đêm, trên khu vực rộng - và trinh sát - thu thập thông tin về địch tình tại địa điểm và thời điểm cụ thể. Hiện tại, trong hệ C^4ISR, phần tử tình báo chỉ bao hàm nội dung thu thập thông tin theo chiều sâu thời gian và không gian vĩ mô, mang màu sắc chiến dịch, chiến lược nhiều hơn.

hàng đầu và, được coi là một trong những nhân tố chính để tăng cường hiệu suất sử dụng lực lượng cũng như vũ khí. Theo chức năng và đối tượng sử dụng, các hệ C^3I được chia thành ba loại khác nhau - chỉ huy lực lượng chiến đấu, điều khiển phương tiện chiến đấu và quản lý các hoạt động bảo đảm chiến đấu (hậu cần, kỹ thuật,...).

Thuộc các hệ C^3I chỉ huy lực lượng, ở cấp chiến lược tiêu biểu có Hệ thống phòng không lục địa Bắc Mỹ NORAD. Hệ có khả năng xử lý đồng thời 2.500 mục tiêu trên không và vũ trụ, có sẵn chương trình cho các phương án tiến hành chiến tranh tổng lực và hàng chục phương án đối phó với những tình huống khủng hoảng khu vực ở những mức độ khác nhau. Trên cơ sở thông tin cập nhật, hệ có thể đưa ra một hoặc một số phương án lựa chọn cụ thể một cách nhanh chóng. Cho tới Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991, hệ thống C^3I liên quân chủng của Mỹ đã có khả năng kết nối các dữ liệu trinh sát từ vệ tinh, máy bay và các trạm quan trắc mặt đất, cũng như kết nối với máy bay chỉ huy và báo động sớm trên không và các sở chỉ huy dã chiến của Mỹ và các lực lượng đồng minh. Nhờ đó, họ đã có khả năng chuẩn bị kế hoạch tác chiến chi tiết cho toàn chiến dịch trong vòng 30 phút, cập nhật tình huống tác chiến điện tử trong vòng vài phút, và chuẩn bị đánh chặn tên lửa đường đạn của phía Irắc trong khung thời gian tính bằng phần trăm giây. Đáng chú ý là, tới cuối những năm 90, các giao thức Internet đã được sử dụng để tạo nên cái gọi là mạng thông tin quân sự Tactical Internet dùng cho các lực lượng của cả Mỹ lẫn NATO, điều cho phép kết nối toàn bộ các phương tiện C^3I của các lực lượng chiến đấu và bảo đảm chiến đấu của họ trong Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999.

Các hệ C^3I bảo đảm chiến đấu được hoàn chỉnh từ những năm 70. Một điển hình là Hệ thống tự động hoá bảo đảm hậu cần ALPHA của Mỹ trên cơ sở máy tính UNIVAC-1005, là máy tính hiện đại nhất của họ lúc bấy giờ. Được đưa vào sử dụng từ 1972, hệ cho phép lập kế hoạch và quản lý hoạt động bảo đảm vật chất kỹ thuật cũng như bảo đảm tài chính cho quân đội Mỹ trên quy mô toàn cầu. Để bảo đảm hậu cần cho Cuộc chiến tranh vùng Vịnh, Mỹ đã sử dụng một mạng thông tin hậu cần gồm 1.500 người và số máy tính trị giá hơn 2 tỷ USD. Nhờ mạng thông tin như vậy, Mỹ đã triển khai được 540.000 quân với đầy đủ trang bị chiến đấu tới vùng Vịnh trong vòng 6 tháng, bổ sung phụ tùng thay thế theo đơn đặt hàng trong vòng 7 ngày, và đưa thương bệnh binh ra khỏi chiến trường tới các cơ sở điều trị tại Mỹ và Châu Âu trong vòng 48 giờ.

Thuộc lớp trang bị này còn phải kể tới các phương tiện điều khiển tự động trên hạm tàu, máy bay, xe chiến đấu, cũng như các hệ thống điều khiển hoả lực cho từng vũ khí. Một trong những lĩnh vực ứng dụng rộng rãi của lớp hệ thống này là các hệ thống điều khiển bay điện tử, hay các hệ thống điều khiển bay bằng dây. Chúng nhẹ hơn, mạnh hơn và nhất là nhạy hơn cũng như tin cậy hơn đáng kể so với các hệ thống điều khiển bay cơ khí và thuỷ lực trước đây. Vì vậy, các hệ thống điều khiển bay điện tử được sử dụng ngày càng phổ biến trên các phương tiện hàng không vũ trụ, từ tàu con thoi tới máy bay chiến thuật. Một trong những hệ thống điều khiển bay điện tử phát triển sớm nhất và khá thành công là hệ thống Firefly làm việc theo nguyên lý số, kết hợp điều khiển bay và điều khiển vũ khí, được phát triển tại Mỹ từ giữa những năm 80 cho máy bay tiêm kích F-16. Do có nhiều ưu việt, hệ thống Firefly không chỉ được sử dụng trên F-16 mà cả trên máy bay tiêm kích đánh chặn F-15 và máy bay tiêm kích tàng hình đầu tiên của Mỹ cũng như của Thế giới F-117A. Hệ thống điều khiển bay dạng Firefly cho phép chọn đường tiếp cận và thoát ly mục tiêu, cũng như chọn phương án sử dụng vũ khí tối ưu, nhờ đó tăng đáng kể hiệu suất chiến đấu và khả năng sống còn.Theo các chuyên gia nước ngoài, với hệ thống điều khiển như vậy, xác suất trúng đích tăng lên gấp ba lần khi tác chiến đối không, và xác suất bị trúng đạn phòng không của đối phương giảm đi mười lần khi tác chiến đối đất.

Với dạng thức tác chiến mạng trung tâm - phát triển mới nhất về tác chiến trong chiến tranh công nghệ cao, đang tồn tại những nhu cầu thiết yếu đối với hệ thống truyền tin và nhất là các sensor trong việc cung cấp thông tin đầy đủ và kịp thời tiến đến thực thời. Đã có những đòi hỏi theo dõi chiến trường suốt không gian và thời gian, trinh sát thực địa tỷ mỷ, cả trước cũng như sau trận đánh. Chính những nhu cầu này đã khiến hệ thống chỉ huy và điều khiển tự động hóa từ cấu hình C^3I chuyển thành C^4ISR. Những hệ thống C^4ISR đã thực sự tồn tại, mà một điển hình là Hệ thống Chỉ huy chiến đấu dùng cho các cấp từ lữ đoàn trở xuống, gọi là hệ FBCB2, được phát triển trong khuôn khổ chương

trình Lực lượng XXI Lục quân Mỹ. Trong Cuộc xâm lược Iraq năm 2003, FBCB2 đã được sử dụng trên một số xe chiến đấu Bratley và xe tăng chủ lực M1A1 Abrams, thay cho bản đồ trên giấy và báo cáo thường xuyên bằng điện thanh truyền thống.

HỆ THỐNG C³I VÀ TÁC CHIẾN MẠNG TRUNG TÂM

Từ Thập niên đầu Thế kỷ XXI đặc biệt sau chiến tranh Iraq 2003, quân đội nhiều Quốc gia bắt tay vào xây dựng năng lực chiến đấu dựa trên mạng công nghệ thông tin, mà trong quân đội Mỹ được gọi là tác chiến mạng trung tâm, nói đúng hơn tác chiến lấy mạng làm trung tâm (NCW), dựa trên nhận thức về việc các chiến binh và người chỉ huy ngày càng lệ thuộc vào những thông tin được được tạo ra và chia sẻ trên khắp các mạng lưới toàn cầu. Chu trình thông tin, cái thu hút con người, các quy trình và các phương tiện công nghệ, sẽ được phối hợp đồng bộ và cùng làm việc cho một mục tiêu, sẽ cho phép tích hợp năng lực chiến đấu cho mọi phần tử của mạng lưới. Theo đó, mỗi phần tử lực lượng, dù nhỏ bé đến đâu, cũng đều thường xuyên thu thập dữ liệu và "công bố" chúng trên mạng.

Mạng Internet chiến thuật (đã được sử dụng thực chiến từ Chiến tranh Ban Căng 1999) sẽ được mở rộng thành mạng Internet quân sự, cho phép "luân chuyển thông tin qua mọi ngõ ngách, từ những phương tiện thu thập thông tin địch tình (ISR) lớn, như các máy bay trinh sát tiến công E-3 AWACS và E-8 JSTARS, xuống tới tận từng người lính trên mặt đất." Mạng Internet quân sự còn là nơi sản xuất ra các dữ liệu bổ trợ hoặc có nhu cầu về một loại hình dữ liệu đặc thù, nhờ đó tạo khả năng tổ hợp thành các bộ dữ liệu hoàn chỉnh phục vụ những mục đích cụ thể.

Không chỉ các phương tiện chuyên phục vụ C³I (như các hệ thống E-3 AWACS và E-8 JSTARS), mà cả các phương tiện chiến đấu và bảo đảm chiến đấu khác, như các máy bay tiêm kích và không người lái cũng được huy động để cung cấp và chia sẻ thông tin. Ngay máy bay tiêm kích thế hệ mới F/A-22 Raptor cũng có mạng xenxơ mạnh nhất từng được trang bị trên một máy bay chiến đấu và sẽ là một mỏ vàng dữ liệu.

Dữ liệu tình báo từ mọi nguồn, mọi hình thức được xử lý thống nhất theo một khuôn dạng dễ truy nhập và dễ hiểu, đồng thời được nhanh chóng đưa lên mạng để khai thác sử dụng chung. Để làm điều đó, cần có những phương tiện phân phối và trao đổi thông tin, mà một điển hình là hệ thống kết nối Link 16/JTIDS (JTIDS là Hệ thống Phân phối Thông tin Chiến thuật Liên quân chủng) của không quân Mỹ. Hệ Link 16 cho phép các máy bay khác nhau chia sẻ các thông tin văn bản, mô tả tọa độ mục tiêu, tình hình nhiên liệu, vân vân. Hiện hệ thống Link 16 đang được sử dụng trên nhiều phương tiện mang phóng và sẽ được lắp đặt trên toàn bộ số máy bay của không quân Mỹ vào năm 2010.

Mỹ cũng đã đưa vào sử dụng Hệ thống Radio Chiến thuật Liên quân chủng (JTRS) mới, có khả năng trao đổi thông tin kiểu Link 16, song nhiều dữ liệu hơn và đa dạng hơn, với tốc độ cao hơn và khoảng cách xa hơn. Hiện tại, phần lớn những thông tin này được trao đổi qua Lưới Thông tin Toàn cầu (GIG) đặt trên mặt đất. Tuy nhiên, với kế hoạch triển vọng, sẽ có các hệ thống như kiểu JTRS trên không và trên vũ trụ. Chúng sẽ tạo ra những mạng lưới tự định dạng và điều chỉnh, và kết nối chặt chẽ với nhau.

Các hệ thống C⁴IRS mới cũng đòi hỏi phải có Hệ thống Truyền tin Vệ tinh Tần số cực cao (EHF), mà Mỹ dự kiến phóng trong ít năm tới, nhằm nâng cao đáng kể lưu lượng dữ liệu cho mạng trên không.

Bên cạnh phục vụ các đối tượng khác, thông tin sẽ được chuyển tới các trung tâm tác chiến không quân hợp thành, hay các CAOC. Tại đó, các dữ liệu ban đầu hoặc đã qua xử lý sẽ được tổ hợp với nhau tạo ra một hình ảnh tổng thể dễ hiểu về trận chiến, được gọi là "bức tường dữ liệu." Đó là một bản đồ điện tử lớn, chỉ rõ vùng lãnh thổ quan tâm, và chỉ cần di con trỏ lên một mục tiêu cụ thể là có được mọi thông tin sẵn có từ [các xenxơ làm việc trên] nhiều thành phần của phổ điện từ.

Mùa thu 2004, Cục Cố vấn Khoa học (SAB) Không quân Mỹ đã công bố một báo cáo quan trọng, gọi là "Kết nối mạng để tạo năng lực tác chiến đồng minh" khuyến nghị chuyển sang một văn hóa ứng xử mới, theo đó các giá trị được chia sẻ càng nhiều càng tốt, đặc biệt vì một số nước đồng minh đang nắm giữ những dữ liệu có giá trị đối với Hoa Kỳ trong thời chiến.

19.4. VŨ KHÍ PHÓNG VÀ QUÊN

Vũ khí phóng và quên (Fire and Forget Weapons) là cách gọi mang sắc thái quảng cáo của loại vũ khí (tên lửa, bom, đạn pháo...) điều khiển chính xác[1] có khả năng tự tìm đến mục tiêu đã định, không cần bất cứ can thiệp nào từ bên ngoài. Nhờ ưu điểm này, ngay sau khi phóng vũ khí, thiết bị mang phóng (máy bay, máy bay lên thẳng tàu hoặc xe), có thể lập tức cơ động để tìm mục tiêu khác hoặc để tránh đòn giáng trả. Để làm điều đó, vũ khí phóng và quên được trang bị một bộ óc là máy tính điện tử, dùng để phát hiện, nhận dạng mục tiêu cũng như để dẫn vũ khí tới mục tiêu. Hơn nữa, do kết hợp nhiều phương thức dẫn (radar, hồng ngoại...) chúng có khả năng hoạt động trong mọi thời tiết, với xác suất trúng đích cao và có thể được phóng từ ngoài tầm hoả lực phòng thủ trực tiếp của đối phương.

Cũng cần phân biệt loại vũ khí này với vũ khí phóng và bỏ chạy (Launch and Leave Weapons). Vũ khí phóng và bỏ chạy cũng cho phép thiết bi mang phóng cơ động ngay lập tức, song đòi hỏi phải chiếu xạ hay chỉ thị mục tiêu (bằng laser, radar...) từ một nguồn khác cho đến khi vũ khí đánh trúng mục tiêu. Trong khi đó, nhờ sự hỗ trợ của máy tính mang theo, vũ khí phóng và quên không đòi hỏi tác động bên ngoài.

Những năm 70, đã chứng kiến sự nâng cao không ngừng xác suất trúng đích; những năm 80 là thập kỷ của kỹ thuật phát hiện và bắt bám mục tiêu. Do đó, máy bay trở nên dễ bị tiêu diệt hơn trong khi tiến công. Một trong những bí quyết để sống còn là bắn trúng đối phương và kịp thời lẩn tránh. Song muốn làm điều đó phải có những hệ thống vũ khí thích hợp. Đó là bối cảnh dẫn đến khái niệm và những hệ thống vũ khí gọi là vũ khí phóng và bỏ chạy, phóng và quên.

Khái niệm phóng và quên được đưa ra lần đầu tiên ở Mỹ vào thời kỳ cuối những năm 60. Ngay từ lúc đó, ở Mỹ đã có chương trình chế tạo tên lửa chống tăng có thể phóng và quên để trang bị cho máy bay lên thẳng. Năm 1971, Mỹ thử thành công những tên lửa bám theo vết laser, và đến năm 1973, đã đầu tư cho việc hoàn thiện một kiểu tên lửa chống tăng dạng môđun, tức là loại tên lửa có khả năng sử dụng nhiều dạng thiết bị dẫn khác nhau (laser, hồng ngoại, sóng milimét...), gọi là Hellfire. Theo số liệu sơ bộ, biến thể tên lửa dẫn theo vết radar có khối lượng khoảng 50 kg, tầm phóng từ 7 km (từ máy bay lên thẳng) tới 20 km (từ máy bay phản lực). Thực ra với biến thể hệ thống dẫn bám theo vệt laser, tên lửa sẽ được phóng và quên chỉ với thiết bị phóng tức là mới thuộc loại vũ khí phóng và bỏ chạy.

Năm 1978, Mỹ đã tập trung vào chương trình WASP, là chương trình phát triển tên lửa chống tăng phóng từ trên không, có khả năng tự tìm mục tiêu. Tên lửa sẽ mang đầu tìm radar làm việc ở dải sóng millimet, hoạt động tốt trong mọi thời tiết. Có thể phóng nhiều tên lửa một lúc; mỗi tên lửa có chương trình riêng để tiến công một mục tiêu nhất định. Chúng được coi là vũ khí phóng và quên thực sự.

Sự phát triển nhanh chóng của các ngành công nghệ tiên tiến, đặc biệt của công nghệ điện tử là tiền đề phát triển của các loại vũ khí điều khiển chính xác nói chung, cũng như của vũ khí phóng và quên. Công nghiệp điện tử hiện nay cho phép chế tạo những thiết bị dẫn đường và cảm biến (sensor) đủ nhỏ, thậm chí lắp cả trong đạn pháo. Tuy nhiên, một vấn đề khó khăn nữa là phân biệt dấu hiệu đặc trưng của mục tiêu trên nền các vật khác. Vấn đề này đã được giải quyết vào khoảng giữa tới cuối những năm 80 Thế kỷ XX.

Vũ khí phóng và quên đầu tiên được Mỹ sử dụng vào năm 1984 tại Libi. Đó là tên lửa chống radar HARM. Tên lửa này có vận tốc cao hơn nhiều so với tên lửa chống radar Shrike đã sử dụng tại Việt Nam. Và hơn nữa, nó có khả năng nhớ chính xác tọa độ mục tiêu sau khi radar tắt máy. Trong Cuộc chiến tranh Vùng Vịnh, loại vũ khí này được sử dụng khá rộng rãi. Trong các vũ khí phóng và quên được sử dụng tại Vùng Vịnh, ngoài Hellfire và HARM, còn tên lửa chống radar TLAM của Anh, tên lửa hành trình Tomahawk của Mỹ.

19.5. VŨ KHÍ KHÍ TƯỢNG

Vũ khí khí tượng là thuật ngữ dùng để chỉ hàng loạt biện pháp và phương tiện nhân tạo khác nhau, làm thay đổi điều kiện khí tượng tự nhiên tại một vùng không gian cục bộ nào đó theo hướng có lợi cho mình, bất lợi cho đối phương.

---

(1) Tức là vũ khí có bán kính trúng đích nhỏ hơn bán kính sát thương của chúng.

Xuất phát từ những nhược điểm trong bản thân thiên nhiên, có thể tạo ra các loại khí tượng nhân tạo sau:

1. Lợi dụng tính không ổn định của mây và các tầng khí quyển bình lưu và đối lưu để tạo mưa nhân tạo, gây lũ lớn hay tạo khô hạn; kích thích tạo chớp, sấm sét, mưa đá, sương mù...

2. Lợi dụng tính không ổn định theo phương thẳng đứng của khí quyển để điều khiển cơn bão, tạo gió xoáy, làm thay đổi phân bổ lượng mưa...

3. Lợi dụng tính không ổn định của lượng nước để làm tan băng ở các địa cực, gây sóng thần.

4. Lợi dụng tính không đồng đều của ứng lực nhiệt trong vỏ quả đất để kích thích tạo động đất.

5. Lợi dụng tính không ổn định của thiên tai để gây thay đổi vi khí hậu một cách nhân tạo.

6. Lợi dụng tính không ổn định của hoá học trong khí quyển để gây ảnh hưởng trên quy mô lớn đến khí hậu, như tạo *"lỗ hổng tầng ozone"*, thay đổi tận gốc điều kiện bức xạ mặt trời, điều khiển các *"sóng điện não"* xung quanh trái đất.

Vũ khí khí tượng được tiến hành nghiên cứu thử nghiệm từ đầu những năm 40, trong đó tạo mưa nhân tạo là phát triển sớm nhất. Theo số liệu thống kê, trên Thế giới đã có khoảng 94 nước tiến hành nghiên cứu và thử nghiệm loại vũ khí này, trong đó Mỹ là nước triển khai sớm nhất, tiến triển nhanh nhất. Vũ khí khí tượng được sử dụng lần đầu tiên trong Chiến tranh Thế giới II. Quân Mỹ đã tạo nên lớp mù nhân tạo dài 5km, cao trên 1,6km trên bờ Sông Pô (Italia). Lợi dụng lớp mù đó, quân Mỹ đã vượt sông thành công. Vũ khí khí tượng đã được sử dụng nhiều nhất trong Chiến tranh Việt Nam, đặc biệt dọc đường mòn Hồ Chí Minh. Tại Việt Nam, Mỹ đã sử dụng 2.602 lần chiếc máy bay, phóng ra 47.409 quả đạn kích thích, tiêu tốn tới 21,6 triệu USD, với trên 1.400 lượt người tham gia. Trước đó, trong Chiến dịch Điện Biên Phủ, Mỹ cũng đã giúp Pháp gây mưa cục bộ, gây khó khăn cho hoạt động tiếp tế của ta. Dọc đường mòn Hồ Chí Minh, quân đội Mỹ đã gây nhiều đợt mưa nhân tạo. Điều đáng chú ý là vũ khí khí tượng rất dễ nhầm lẫn với thiên tai, và hậu quả gây ra rất khó lường trước.

THƯỢNG TÁ NGÔ KIM THÁI

20 - CHIẾN TRANH THÔNG TIN - HIỆN TRẠNG VÀ TƯƠNG LAI

Chiến tranh thông tin là sự phát triển tất yếu trong kỷ nguyên thông tin, khi mà với sự ra đời của máy tính cũng như công nghệ thông tin nói chung, thông tin và tri thức tích tụ từ nó đã thực sự trở thành một nguồn lực trực tiếp trong đời sống kinh tế xã hội. Với chiến tranh thông tin, lần đầu tiên trong lịch sử mục tiêu cũng như vũ khí đã chuyển từ vật chất (cả dưới dạng chất và trường, như trường điện từ trong tác chiến điện tử, trường thuỷ âm trong tác chiến chống ngầm) sang thông tin. Đây là bước thay đổi về chất trong đấu tranh vũ trang. Đã có ý kiến cho rằng trong thời đại ngày nay ưu thế thông tin có vai trò quan trọng như vũ khí hạt nhân trước đây. Thay cho ô hạt nhân, người ta đang đề cập đến một thứ ô bảo hộ mới - ô thông tin - với sức mạnh không hề thua kém, nếu không nói là còn mạnh hơn bội phần cả về quy mô, độ sâu chi phối và hậu quả.

Xét trên cơ sở vật chất, mỗi dạng thức tác chiến, nói đúng hơn dạng thức tiến hành chiến tranh, đều có vũ khí và thủ đoạn tác chiến đặc trưng, đặc thù cho riêng nó. Pháo dã chiến và súng liên thanh tạo ra chiến tranh hầm hào, xe tăng tạo ra chiến tranh vận động. Vậy, vũ khí gì tạo ra chiến tranh thông tin? Và xa hơn, thủ đoạn tác chiến đặc thù cho chiến tranh thông tin, hay thủ đoạn tác chiến thông tin là gì?

Thực ra, trong lịch sử vấn đề làm chủ thông tin - một phương diện thiết yếu trong chỉ đạo và tiến hành chiến tranh công nghệ cao - đã được nêu ra từ lâu. Từ trước công nguyên, binh pháp Tôn Tử đã nêu: *biết người biết mình trăm trận không bị bất ngờ*. Về sau, trong điều kiện chiến tranh chống ngoại xâm, điều này được Nguyễn Trãi nhấn mạnh hơn: *biết người biết mình trăm trận trăm thắng*. Và mặt đối lập của nó - sử dụng thông tin làm công cụ chiến tranh - cũng đã được đúc rút từ lâu, qua vô số

mưu kế quân sự, với phương châm "*binh dĩ trá lập,*" nghĩa là trong chiến tranh tất có tạo dựng thông tin giả. Tuy nhiên, chỉ đến cách mạng công nghệ, khi thông tin đã trở thành nguồn lực, hơn nữa là nguồn lực quan trọng nhất trong xã hội, mới xuất hiện dạng thức tác chiến thông tin, cái gắn với thông tin và các công cụ xử lý thông tin, mà hạt nhân là máy tính. Tính biện chứng của nó đã được Ogarkov, tổng tham mưu trưởng cuối cùng của thời đại Xôviêt nêu ra năm 1984, được coi là luận điểm cơ bản của cuộc cách mạng quân sự đang diễn ra. Theo ông, "phương thức tiến hành chiến tranh của một xã hội phản ánh những mặt then chốt nhất của phương thức tạo của cải vật chất của chính xã hội đó." Từ đó có thể rút ra, chiến tranh thông tin là dạng thức chiến tranh đặc thù của một hình thái kinh tế xã hội mới - xã hội thông tin, với cơ sở vật chất là nền kinh tế tri thức.

Nhận diện chiến tranh thông tin

Có thể có nhiều cách để nhận diện một dạng thức chiến tranh. Song để đi vào bản chất vật chất, một trong những cách làm thường gặp là căn cứ vào vũ khí và cách đánh đặc thù của nó.

Dựa trên luận điểm của Ogarkov, có thể coi chiến tranh thông tin là dạng thức chiến tranh mà trong đó tác chiến thông tin là dạng thức tác chiến đặc thù, có vai trò quyết định, với cơ sở vật chất là vũ khí thông tin. Từ đó có thể thấy, muốn tìm hiểu bản chất của chiến tranh thông tin, ta phải nhận diện được vũ khí đặc thù của nó cũng như cách đánh hay dạng thức tác chiến đặc thù của nó.

Tuy nhiên, chiến tranh thông tin là vấn đề mới đến nỗi cho đến nay vẫn còn nhiều tranh cãi về cách gọi tên, cũng như vũ khí và dạng thức tác chiến của nó. Để cập tới dạng thức tác chiến, đã có những định nghĩa khác nhau, ngoại suy từ các dạng thức tác chiến đã có, cũng như hoàn toàn mới.

Về các ngoại suy, đã và đang có một số quan niệm coi tác chiến thông tin là:

- Tác chiến tình báo, kể cả điệp báo, trong thời đại thông tin;

- Sự mở rộng của tác chiến điện tử sang lĩnh vực công nghệ thông tin;

- Sự mở rộng của tâm lý chiến, hay tuyên truyền, kể cả truyền thông chiến (tác chiến bằng phát thanh, truyền hình), trong thời đại thông tin;

- Tác chiến điều khiển học (cyberwar), hoặc trong phạm vi hẹp hơn, tác chiến chỉ huy và điều khiển (đánh vào hệ thống C^3I);

- Chiến tranh máy tính nói riêng, mạng máy tính nói chung.

Bên cạnh đó, đang có những định nghĩa mới, thể hiện những quan điểm rất đa dạng về dạng thức tác chiến mới này. Dưới đây là một số định nghĩa tiêu biểu.

Theo Doug Richardson, một nhà nghiên cứu quân sự phương Tây: "Tác chiến thông tin (inforwar) là những hoạt động quân sự mà trong đó thông tin vừa là mục tiêu, vừa là vũ khí, nhằm chế biến hoặc giảm tin lượng sẵn có của đối phương, đồng thời bảo vệ tin lượng cần có của lực lượng mình". Đây là một định nghĩa kinh điển, song cho thấy những đặc thù của tác chiến thông tin, trong đó quan trọng nhất là nêu rõ đặc điểm nổi bật của dạng thức tác chiến mới: "thông tin vừa là mục tiêu vừa là vũ khí."

Tôn Vĩ Bình, Trung Quốc, với việc đưa ra thuật ngữ "tác chiến máy tính" dường như chú trọng hơn tới cơ sở vật chất của thông tin và hoạt động thông tin. Theo ông, " tác chiến máy tính là một dạng thức tác chiến lấy mục đích chủ yếu là giành giật và duy trì quyền kiểm soát và sử dụng máy tính cùng với mạng máy tính; lấy đối tượng tác chiến chủ yếu là mạng máy tính quân sự đối phương; lấy việc phá hoại vận hành mạng máy tính hoặc khiến mạng đưa ra thông tin sai lạc, gây nhiễu và đánh lừa đối phương, nhằm giành ưu thế thông tin, và qua đó giành ưu thế quân sự".

Trong khi đó, quan niệm do Liên Xô đưa ra từ những năm 80, đặc biệt nhấn mạnh phương diện tác động tâm lý của chiến tranh thông tin. Theo đó, "chiến tranh thông tin là một loại hình chiến tranh mới, dựa trên *những nguyên lý mới về chất*, mà trong đó thông tin được coi là vũ khí nhằm vào hệ thống tri thức và niềm tin của đối phương."

Một định nghĩa khác, do nhà nghiên cứu chiến lược Úc Carlo Copp đưa ra. Theo đó, "tác chiến thông tin, cả quân sự (IW) cũng như phi quân sự (IO), là mọi hoạt động được tiến hành để khai thác thông tin, nhằm giành lợi thế trước đối phương và ngăn không cho đối phương tiếp cận thông tin mà họ có thể sử dụng để giành lợi thế". Tuy không mới về cách diễn đạt, nhưng định nghĩa này chứa đựng một cách quan niệm mới, nêu rõ tác chiến thông tin

không chỉ bó hẹp trong phạm vi quân sự. Nói đúng hơn chiến tranh thông tin được nhận thức là một sự vật mới, do những lực lượng mới, cả trong lẫn ngoài quân đội, thực hiện một cách tự phát cũng như có tổ chức; và có tác động to lớn tới toàn bộ đời sống kinh tế, chính trị xã hội, chứ không chỉ bó hẹp trong khuôn khổ quân sự hay quốc phòng.

Tác chiến thông tin được phân loại theo một số tiêu chí khác nhau, trong đó đáng chú ý là phân loại theo lĩnh vực, phạm vi và tính chất.

Theo lĩnh vực tác chiến có liên quan, tác chiến thông tin được phân ra thành các lĩnh vực tác chiến chỉ huy và điều khiển (C^2W), tình báo thông tin, huỷ diệt cơ sở hạ tầng, điện tử thông tin, và thông tin tâm lý. Trên thực tế, tác chiến chỉ huy và điều khiển là mặt đối lập của hoạt động chỉ huy và điều khiển, mà mục tiêu trực tiếp là phá hoại các hệ thống C^3I - trung tâm thần kinh của lực lượng vũ trang (Xem *Công nghệ cao và vũ khí công nghệ cao*). Trong khi đó, tác chiến huỷ diệt cơ sở hạ tầng vừa là bước phát triển mới của tác chiến điện tử, vừa là một bộ phận của chiến tranh công nghệ cao. Và nói chung, các lĩnh vực tác chiến thông tin luôn có mối liên hệ chặt chẽ với nhau, và với các dạng thức tác chiến đã có, chẳng hạn tác chiến điện tử thông tin và tác chiến thông tin tâm lý là bước phát triển tiếp theo của tác chiến điện tử và tác chiến tâm lý trong môi trường công nghệ thông tin. Vì lẽ đó, đã có ý kiến cho rằng tác chiến thông tin về cơ bản là tích hợp của các dạng thức tác chiến điện tử, tâm lý, tình báo và chống C^3I hay C^2W, mà trong đó C^2W là trung tâm.

Theo phạm vi thực hiện, nói đúng hơn theo chủ thể tiến hành tác chiến thông tin được phân ra thành hai phân dạng chính là tác chiến thông tin quân sự, hay tác chiến thông tin (IW), và tác nghiệp thông tin (IO). Tác chiến thông tin là hoạt động có tổ chức, do quân đội tiến hành; trong khi đó, tác nghiệp thông tin có thể có tổ chức hoặc không, và thậm chí có thể được các tổ chức hay lực lượng phi chính phủ hoặc cá nhân tiến hành. Chính phân dạng tác nghiệp thông tin đã khiến cho vấn đề chiến tranh thông tin trở nên cực kỳ khó nhận dạng và kiểm soát.

Theo tính chất, tác chiến thông tin được chia thành tiến công và phòng thủ thông tin.

Tiến công thông tin được hiểu là mọi hoạt động được tiến hành nhằm khai thác tài nguyên thông tin (tin lực), đồng thời ngăn không cho đối phương tiếp cận những thông tin mà họ có thể sử dụng để chiếm lợi thế. Theo cách hiểu đó, tiến công thông tin được chia làm hai bộ phận với trang thiết bị và nhân lực tương đối riêng biệt là khai thác và phá hoại tài nguyên thông tin đối phương. Trên thực tế, đây là hai mặt hoạt động đối lập nhau, bởi lẽ không thể khai thác một tài nguyên đã bị phá hoại, và ngược lại. Đang tồn tại ba phương pháp tiến công thông tin chính, là sử dụng xung điện từ, virus máy tính và xâm nhập mạng. Trong số này, trừ xung điện từ, hai phương pháp còn lại đều mang tính lưỡng dụng, nghĩa là cho phép khai thác đồng thời phá hoại tài nguyên thông tin của đối phương.

Phòng thủ thông tin được hiểu là mọi hoạt động được tiến hành để bảo vệ thông tin, cơ sở hạ tầng thông tin, không cho đối phương khai thác tài nguyên thông tin của quân nhà. Phòng thủ thông tin gồm ba phương pháp tương ứng với tiến công thông tin: chống xung điện từ, chống (và ngăn chặn) virus và chống xâm nhập mạng. Chống xung điện từ là chuyện không mới, không khác chống sét và chống xung điện từ hạt nhân bao nhiêu. Vì vậy, đã và đang có nhiều giải pháp kinh điển, như bọc kim hoặc tạo lồng Faraday, sử dụng phương tiện điện tử chân không, rắn hoá (lão hóa) mạch điện để tăng khả năng chống chịu, sử dụng các mạch triệt xung trên điot đường hầm và các kết hợp giữa chúng. Trong khi đó, ngăn chặn virus và chống xâm nhập mạng công nghệ thông tin đòi hỏi những giải pháp mới về chất (*trình bày chi tiết sau*). Từ đó có thể thấy, tiến công thông tin dễ hơn phòng thủ nhiều. Nó cũng cho thấy chỗ yếu chí mạng của bên tham chiến lệ thuộc quá nhiều vào cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin cồng kềnh, phức tạp và đắt tiền; đặc biệt trong bối cảnh cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin nói chung là những phương tiện mang tính lưỡng dụng cao, không chỉ sử dụng trong quân sự mà cả trong hoạt động hàng ngày của chính phủ cũng như toàn bộ nền kinh tế và thậm chí từng con người.

Vũ khí và thủ đoạn tác chiến thông tin

Cơ sở vật chất của chiến tranh thông tin là vũ khí thông tin.

Vũ khí thông tin có thể được hiểu là những phương tiện vật chất và phi vật chất được tạo ra nhằm huỷ diệt thông tin cũng như cơ sở hạ tầng

thông tin là chính, chứ không phải nhằm huỷ diệt con người và các phương tiện vật chất nói chung.

Vũ khí thông tin gồm hai họ chính: vũ khí huỷ diệt cơ sở hạ tầng thông tin và vũ khí không gian điều khiển hay virus tin học.

Họ vũ khí huỷ diệt cơ sở hạ tầng, như tên gọi của nó, là các phương tiện vật chất chuyên dùng để huỷ diệt cơ sở hạ tầng, cũng như cơ sở hạ tầng thông tin nói riêng. Cho đến nay, đã tồn tại hai loại vũ khí huỷ diệt cơ sở hạ tầng chính: bom đạn xung điện từ và *bom mềm*.

Bom đạn xung điện từ, hay bom E, đúng ra phải gọi là bom xung điện từ phi hạt nhân. Nó làm việc theo nguyên lý dùng năng lượng nổ định hướng của thuốc nổ thông thường và bộ tạo xung cao tần catốt ảo để tập trung năng lượng điện từ vào vùng tần số cũng như dạng xung tối ưu cho xâm nhập và phá huỷ mọi dụng cụ, linh kiện điện tử. Với cường độ trường đủ cao, nó có khả năng gây hư hỏng hoàn toàn về vật lý. Bom đạn xung điện từ được tạo ra nhằm "*huỷ diệt mềm*"[1] máy tính trong các cơ quan Nhà nước, mạng lưới chỉ huy, điều khiển và truyền tin các cấp; và tất nhiên, dễ dàng phá huỷ mọi phương tiện điện tử dân dụng. Nói cách khác, ngoài mục tiêu quân sự, bom E còn phá hoại cơ sở hạ tầng thiết yếu và các phương tiện điện tử dân sinh.

Một vũ khí huỷ diệt cơ sở hạ tầng bằng năng lượng điện từ khác là thiết bị vi ba định hướng công suất cao (HPM), còn gọi là máy phát điện từ công suất cao (EHP). Thực chất đây là một máy phát nhiễu cao tần (trên 1GHz) công suất cao. Máy phát HPM có tác dụng như bom E, song thời hạn dài hơn đáng kể.

"Bom mềm" còn được gọi là "bom đen" hay "bom sợi cacbon" mà một trong những mẫu nổi tiếng là bom BLU-114 của Mỹ. Sợi cacbon của nó có tác dụng làm chập mạch điện, vì thế nó được chế tạo chuyên dùng để tiến công cơ sở hạ tầng điện lực.

Từ Chiến tranh Ban Căng 1999, vũ khí huỷ diệt cơ sở hạ tầng được bắt đầu chính thức đề cập đến. Thực ra, chúng đã xuất hiện ngay từ thời Chiến tranh Lạnh với các tên gọi vũ khí phi sát thương, vũ khí làm mất khả năng hoạt động, vũ khí sát thương mềm. Tuy nhiên, trong họ vũ khí này chỉ mới có bom xung điện từ và "bom mềm" được sử dụng trong thực chiến. Nếu bom mềm (nói chính xác - đầu đạn mềm của tên lửa hành trình) được sử dụng ngay từ Chiến tranh vùng Vịnh 1991; thì với bom E, Ban Căng chính là trường thử thực chiến đầu tiên. Thiết bị vi ba định hướng công suất cao (HPM) được sử dụng sớm hơn nhiều. Ít nhất từ những năm 1960 trong sự kiện Tiệp Khắc, nó đã được Liên Xô sử dụng thành công để che mắt NATO, song lại không được coi là sử dụng thực chiến.

Họ vũ khí không gian điều khiển, hay ***vũ khí virus*** hiểu theo nghĩa rộng, là các phần mềm độc hại có khả năng tự sinh sản, được cài đặt trực tiếp hoặc qua các trung gian, như đĩa mềm, vi mạch (chip). Đây là các phương tiện đấu tranh vũ trang phi vật chất, đặc thù cho tác chiến thông tin và chỉ tồn tại trong dạng thức chiến tranh thông tin. Giống virus sinh học, các phần mềm độc hại có thể tự nhân bản sản ngày càng tăng, có thể tiến công cả máy tính và mạng máy tính. Và do tính lưỡng dụng của công nghệ thông tin, chúng có tác động ngày càng sâu rộng trên quy mô toàn cầu, cả trên máy tính dân dụng và quân dụng. Và nó đã được sử dụng ít nhất từ đầu những năm 80, được coi là một trong những vũ khí thông tin đầu tiên; và tới cuối những năm 80 được Mỹ và một số nước chính thức sử dụng trong quân sự.

Trong hai họ vũ khí thông tin, vũ khí huỷ diệt cơ sở hạ tầng nói cho cùng cũng là một phương tiện vật chất, và do đó, dễ hình dung hơn cả theo cách hiểu truyền thống về vũ khí. Trong khi đó, tuy cũng được xếp vào vũ khí trang bị thế hệ VI (như vũ khí công nghệ cao), song *vũ khí virut khác về chất so với tất cả những vũ khí đã từng tồn tại trong lịch sử.* Do không phải là vật chất, không đòi hỏi vật tư, nhiên liệu và cơ sở vật chất kỹ thuật to lớn để chế tạo, nên virus tin học có tốc độ phát triển rất nhanh. Theo một số ước tính, hiện tại số lượng virus tăng gấp đôi sau 8 tháng, tức là nhanh hơn gấp trên 2 lần so với tốc độ tăng trưởng của vi mạch (18 tháng), và thậm chí nhanh gấp trên 10 lần so với chu trình chế tạo một vũ khí công nghệ cao điển hình (như mẫu máy bay tiêm kích F-15 của Mỹ phải phát triển trong khoảng 7 năm).

Đã và đang xuất hiện ngày càng nhiều chương trình lọc, chống virus, chương trình vaccin, quét virus trực cảm, chương trình sửa lỗi... khác nhau. Trong hai chiến lược chống virus chính, là ngăn

(1) Tức là phá hỏng mà không để lại dấu vết hủy hoại vật chất.

chặn và tiêu diệt, dường như người ta thiên về ngăn chặn nhiều hơn; vì tốc độ tạo virus mới nhanh hơn đáng kể so với tốc độ xây dựng chương trình chống virus. Đáng chú ý là, có những chương trình chống virus lại có tác dụng phá hoại hệ điều hành và cơ sở dữ liệu hơn cả virus, và do đó, tuỳ mục đích, có thể dùng để phòng thủ hoặc tiến công thông tin. Điển hình là Chương trình sửa lỗi do Trung tâm tác chiến thông tin quân chủng hợp thành (JIOC) của Mỹ soạn thảo từ 1998 để bảo vệ mạng Tactical Internet của quân đội Mỹ và NATO.

Với sự tồn tại của hai họ vũ khí thông tin đặc thù, vũ khí hủy diệt cơ sở hạ tầng và vũ khí virus thông tin đã tạo ra những cách đánh mới, hay những thủ đoạn tác chiến mới. Trong khi vũ khí hủy diệt cơ sở hạ tầng vẫn sử dụng các phương tiện vật chất đã có, chẳng hạn, máy bay mang và bom đạn, thì vũ khí virus sử dụng những phương tiện khác hẳn - máy tính và mạng công nghệ thông tin. Với vũ khí virus thông tin, lần đầu tiên trong lịch sử mục tiêu cũng như vũ khí đã chuyển từ vật chất (cả dưới dạng chất và trường, như trường điện từ trong tác chiến điện tử, trường thuỷ âm trong tác chiến chống ngầm) sang thông tin. Và do đó, môi trường tác động của nó cũng thay đổi, từ không gian vật lý sang cái gọi là không gian điều khiển học (một không gian ảo, không hề có thực). Cũng từ vũ khí virus, vấn đề công và thủ chuyển thành vấn đề gây virus và chống virus. Từ đó, cũng làm thay đổi hình ảnh, nói đúng hơn, thay đổi phẩm chất của người chiến binh, từ người lính gân guốc súng đạn đầy mình, sang người lính "cổ cồn" thao tác trên bàn phím và những công cụ tương tự. Phải chăng đó chưa phải là sự thay đổi về chất trong đấu tranh vũ trang?

Thủ đoạn tác chiến thông tin

Mỗi dạng thức chiến tranh đều có dạng thức tác chiến đặc thù. Trong chiến tranh thông tin đó là tác chiến không gian điều khiển (cyberwar), gồm hai mặt đối lập là hoạt động xâm nhập bất hợp pháp có tổ chức vào máy tính của đối phương, hay hoạt động tin tặc (hacker) có tổ chức và chống tin tặc.

Nếu tin tặc gồm các thủ đoạn xâm nhập trái phép vào mạng máy tính nhằm lấy trộm hoặc phá hoại cơ sở dữ liệu nói riêng, cơ sở hạ tầng thông tin nói chung, thì chống tin tặc gồm các thủ đoạn chống lại những hoạt động trên. Đây là những thủ đoạn tác chiến mới về chất, đặc thù cho chiến tranh thông tin. Hoạt động xâm nhập và chống xâm nhập mạng máy tính phát triển nhanh chóng, song song với quá trình nối mạng Quốc tế, nhất là quá trình mở rộng mạng Internet. Chúng cho thấy một đặc trưng mới của tác chiến thông tin nói riêng, của chiến tranh trong thời đại thông tin nói chung - đó là sự tham dự của vô số các cá nhân (tất nhiên, ít nhất phải có đủ tri thức về công nghệ thông tin) vào quá trình ra quyết định, nói cách khác, cho thấy tính xã hội hoá cao độ của xung đột vũ trang trong thời đại ngày nay.

Vấn đề phòng chống tin tặc, về mặt kỹ thuật, gắn với vấn đề an ninh tác chiến thông tin, tức là gắn liền với xây dựng hệ thống an ninh thông tin nhiều tầng nhiều lớp: tăng cường bảo mật thông tin, nhận dạng thông tin, hệ thống mật khẩu, kể cả mật khẩu thông minh và mật khẩu hai bên xây dựng cho nhau; chữ ký số, kiểm soát dò hỏi và tường lửa. Đây là những vấn đề không hề tồn tại trong chiến tranh theo cách hiểu thông thường, và không phải chiến binh cơ bắp nào cũng có thể thực hiện.

Nếu như chiến tranh công nghệ cao đã xoá ranh giới không gian chiến trường, thì đến chiến tranh thông tin, ranh giới thời gian cũng bị xóa nhòa nốt - không thể phân biệt thời bình và thời chiến, đồng thời cũng không thể phân biệt ai bạn ai thù (ai gây virus, truy nhập trái phép...).

Chiến tranh thông tin trên Thế giới hiện nay

Chiến tranh thông tin, với tư cách là một hình thái chiến tranh, được nhận dạng lần đầu trong Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991; mặc dù khi đó còn chìm lấp trong cái gọi là *chiến tranh công nghệ cao,* một thuật ngữ lỏng lẻo, mang đậm sắc thái tuyên truyền, quảng cáo; và gần đây đã được thay thế bằng những thuật ngữ có phần chính xác hơn, như chiến tranh trên cơ sở thông tin, hay chiến tranh trên cơ sở tri thức. Tuy nhiên, hành động chiến tranh thông tin hiện đại giữa các Quốc gia đã tồn tại ít nhất trước đó 5 năm, mà người ta chỉ biết đến đoạn kết vào năm 1986, khi Mỹ tuyên bố từ bỏ ý đồ hạn chế hoạt động truyền tin qua mạng Internet của Iran.

Tại Ban Căng năm 1999, cùng với Cuộc chiến tranh vật chất, còn diễn ra những tranh chấp và đối kháng quyết liệt qua mạng thông tin do nhiều bên tiến hành, với quy mô rộng rãi và tác động sâu sắc

đến nỗi, từng được gọi là *"cuộc chiến trên mạng Internet"*. Phía Mỹ và NATO tuyên bố rằng, họ đã không chỉ cài virus và xâm nhập vào mạng máy tính chỉ huy và điều khiển của Nam Tư mà còn trói buộc nó vào mạng thông tin của mình. Đây là điều không lạ khi họ hoàn toàn lũng đoạn mạng Internet. Việc cài virus và đánh lừa, theo đánh giá của NATO, đã khiến Nam Tư không thể khai thác được máy tính, và do đó, không thể sử dụng vũ khí ở chế độ tin cậy, trừ tên lửa dẫn quang học. Tính chân thực của tuyên bố này dễ gây nghi ngờ khi máy bay Mỹ rơi nhiều đến thế, nhất là khi cả máy bay tàng hình F-117A cũng bị tên lửa điều khiển bằng radar bắn hạ. Tại đây phía Mỹ chỉ bảo mật được khoảng 20 % lượng thông tin, là những thông tin được truyền qua điện thoại hữu tuyến công nghệ thấp thông thường. Mạng thông tin quân sự của phía Mỹ còn bị thường xuyên xâm nhập bất hợp pháp, một số vụ có tính hệ thống và có sự phối hợp. Riêng số xâm nhập Lầu năm góc phát hiện được đã lên tới 80-90 vụ mỗi ngày. Hơn nữa, Nam Tư còn thu được toàn bộ đối thoại giữa hai phi công bắn nhầm vào dân Côxôvô, điều chứng tỏ Nam Tư, cũng như các nước đang phát triển nói chung, có khả năng thực hành chiến tranh thông tin tốt hơn nhiều so với đánh giá chủ quan của Mỹ. Nó cũng cho thấy tính quyết liệt và không đơn phương của Cuộc chiến tranh thông tin tại đây.

Trên bình diện Quốc gia, các trang web được cả hai phía tận dụng để tiến hành tuyên truyền. Ngoài trang web của NATO, phía Mỹ còn mở các trang web riêng của Mỹ, Anh, và thậm chí của lực lượng Anbani cực đoan KLA. Về phía Nam Tư, ngoài trang web của chính phủ, còn có trang web riêng tại thủ phủ Koxovo đối lại với trang web của KLA. Ngoài ra, trên bình diện phi Quốc gia, mạng Internet còn được dân chúng Nam Tư dùng để gửi thư điện tử đi khắp nơi trên Thế giới, nhất là đến các cơ sở truyền thông và báo chí, để tố cáo tội ác của Mỹ và NATO, đòi chấm dứt chiến tranh. Đặc biệt, dân chúng các nước, kể cả dân chúng ở Mỹ (mà các quan chức Mỹ gọi bừa là dân Serbi) đã dùng mạng Internet để tập hợp và tổ chức biểu tình chống Mỹ và NATO. Đây cũng là hiện tượng chưa từng gặp trong những Cuộc chiến tranh trước đó, tạo nên cái mà một số nhà phân tích chiến lược gọi là *chiến tranh nhân dân trong điều kiện hiện đại*, có tác dụng bóc trần các thủ đoạn tuyên truyền đen mang tính giả trá của phía Mỹ. Hiện tượng này còn cho thấy, hoàn toàn có thể khai thác cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin - tài sản chung của cả nhân loại - cho mục đích đấu tranh, kể cả chiến tranh, mà không nhất thiết phải sử dụng các phương tiện và thủ đoạn tác chiến thông tin chuyên biệt - một phương sách khó có thể được đánh giá là không ác ý.

Hình thái kinh tế xã hội thông tin đã làm nảy sinh một hình thái chiến tranh mới - chiến tranh thông tin, trong đó đóng vai trò trung tâm là dạng thức tác chiến thông tin, với cơ sở vật chất và phi vật chất đặc thù là vũ khí thông tin. Vũ khí thông tin được tạo ra trước hết nhằm vô hiệu hoá thành phần xử lý thông tin - bộ óc của vũ khí điều kiện chính xác, phương tiện mang phóng sức sống cao và nhất là hệ thống C^3I - hệ thần kinh của chiến tranh công nghệ cao. Vì thế, bộ phận hạt nhân của tác chiến thông tin - tác chiến không gian điều khiển - đã xuất phát từ tác chiến chỉ huy và điều khiển (C^2W). Chính nhu cầu đối phó với vũ khí trang bị chiến tranh công nghệ cao đã làm nảy sinh vũ khí thông tin, tác chiến thông tin và chiến tranh thông tin.

Nói cách khác, chiến tranh thông tin đã phát triển từ trong lòng chiến tranh công nghệ cao. Đó là sự phát triển tất yếu. Với chiến tranh thông tin, lần đầu tiên trong lịch sử, thông tin (chứ không phải vật chất) đã trở thành mục tiêu cũng như trở thành vũ khí. Đây là vấn đề mới, khác về chất so với các dạng thức tác chiến truyền thống. Có ý kiến cho rằng, vũ khí thông tin sẽ có tác dụng làm không gian chiến trường mở rộng về chất, tương tự như quá trình mở rộng không gian chiến trường do máy bay tạo ra vào đầu Thế kỷ XX. Không những thế, nếu như vũ khí trang bị công nghệ cao có tác dụng xoá nhòa ranh giới không gian chiến trường, thì hơn thế vũ khí thông tin đã làm mất nốt ranh giới thời gian giữa thời bình và thời chiến. Mặt khác, do tính dấu mặt của nó, nên khó có thể xác định kẻ tiến công, và vì vậy cũng khó xác định xuất xứ của vũ khí thông tin (virus), và thủ đoạn tin tặc (xâm nhập trái phép) là quân dụng hay "dân dụng," là cố tình hay vô ý, là có tổ chức hay tự phát. Và cũng bởi tính dấu mặt, chiến tranh thông tin thường được hình dung là gần với hoạt động khủng bố hơn là chiến tranh theo cách hiểu truyền thống.

Theo Iu. Nuzdin, một chuyên gia chiến tranh thông tin hải quân Nga, sự kết hợp giữa tâm lý chiến với chiến tranh thông tin đang tạo ra một dạng thức chiến tranh mới, gọi là chiến tranh thông

tin tâm lý, về thực chất, đó là *dạng thức tác động định hướng tới nhận thức xã hội nhằm điều khiển con người*. Trong phạm trù chiến tranh này, tuỳ mục đích tác động vẫn tồn tại khái niệm tính phi nghĩa và chính nghĩa của chiến tranh. Chiến tranh thông tin tâm lý sẽ mang tính phi nghĩa khi nhằm *đẩy con người đến chỗ hành động chống lại quyền lợi của chính mình*. Đây là cách mô tả chân thực bản chất của thứ chiến tranh thông tin đang được các thế lực phản động Quốc tế, chính phủ và phi chính phủ tiến hành, dù có gắn nhãn khủng bố hay không. Tất nhiên, cũng sẽ tồn tại mặt đối lập của nó - chiến tranh thông tin tâm lý chính nghĩa - như là một dạng thức tác động định hướng tới nhận thức xã hội khiến con người tỉnh táo hành động vì quyền lợi chính đáng của mình. Đây chính là bản chất của chiến tranh thông tin chính nghĩa do các Quốc gia đang phát triển tiến hành để tự bảo vệ.

Cho đến nay, chiến tranh thông tin - dạng thức chiến tranh lấy tác chiến thông tin làm trung tâm - đã trở thành hiện thực. Tại Mỹ, Nga, Nhật, Trung Quốc và nhiều nước Tây Âu, đã tồn tại những cơ quan chuyên trách về tác chiến thông tin. Đặc biệt, ngay từ trước Chiến tranh Ban Căng, Mỹ đã xây dựng được học thuyết tác chiến thông tin và lực lượng chuyên trách, sẵn sàng tiến hành tác chiến thông tin tại bất kỳ nơi nào trên Thế giới.

Với Mỹ, vấn đề giành và giữ quyền làm chủ trên phổ thông tin được coi là có tầm quan trọng sống còn trong xung đột hiện tại và tương lai, giống như giành quyền làm chủ trên trên không và trên vũ trụ, cũng như trên biển và chiếm đất đai đã từng được áp dụng trước đây. Trong học thuyết của không quân Mỹ hiện nay, sức mạnh thông tin được coi trọng không kém so với sức mạnh trên không và vũ trụ, và được coi là một bộ phận tích hợp sức mạnh của trên không và vũ trụ; trong khi các nguyên tắc tác chiến truyền thống vẫn hầu như không thay đổi thì tác chiến thông tin đã vượt ra ngoài vai trò truyền thống.

Cũng nên lưu ý rằng, nhiều người trong giới hacker, vốn là những sinh viên công nghệ thông tin hiếu động, thông minh, coi việc tự chế tạo virus máy tính hoặc xâm nhập mạng máy tính như một cách "tự thể hiện mình" đã bị lôi kéo tham dự vào lực lượng tác chiến thông tin, phục vụ ý đồ của các tổ chức chính phủ hoặc phi chính phủ, kể cả lực lượng khủng bố, để tiến hành các hoạt động phá hoại và khủng bố thông tin.

Tương lai của chiến tranh thông tin

Vũ khí thông tin được tạo ra dường như trước hết để chống những dân tộc, Quốc gia thuộc Thế giới thứ ba, nơi lạc hậu, thua kém hơn, cả về kinh tế và công nghệ. Đó là cuộc chiến *không đối xứng*, mà trong đó các nước đang phát triển luôn chịu nhiều tổn thất, không chỉ do vũ khí thông tin mà phần lớn do những huỷ diệt tàn bạo bằng vô số phương tiện chiến tranh công nghệ cao, được chế tạo và sử dụng chính trên cơ sở tài nguyên thông tin và tri thức của loài người.

Tuy nhiên, như các Cuộc chiến tranh tại vùng Vịnh và Ban Căng cho thấy, ưu thế thông tin không hẳn chỉ nhờ có cơ cở hạ tầng thông tin hùng hậu hơn. Các lực lượng quân sự lệ thuộc nặng nề vào thông tin cũng đã bộc lộ những chỗ yếu, khiếm khuyết khó chấp nhận. Chẳng hạn, NATO với vô số phương tiện trinh sát trên vũ trụ và trên không mà vẫn không hề nắm được cách Nga đưa quân vào thủ phủ Prixtina, không lý giải được vì sao lực lượng Nam Tư ở Côxôvô vẫn hầu như nguyên vẹn sau cuộc chiến. Mặt khác, cơ sở hạ tầng thông tin khổng lồ và tốn kém lại là mục tiêu dễ tổn thương trước đòn công kích thông tin, điều khiến Mỹ và phương Tây luôn lo lắng về một trận *Trân Châu Cảng điện tử*. Nếu chiến tranh công nghệ cao cho phép người chỉ huy tối cao có thể chỉ huy từng người lính trên chiến trường, thì ngược lại, chiến tranh thông tin tạo khả năng cho từng con người với máy tính cá nhân tác động tới tận tâm điểm bộ máy chiến tranh của các thế lực hiếu chiến. Đây là nét đặc thù mới về chất của chiến tranh thời đại thông tin. Có ý kiến cho rằng, chiến trường thông tin sẽ là nơi chủ yếu diễn ra cái gọi là chiến tranh nhân dân trong thời hậu công nghiệp.

Cuộc chiến tranh Iraq 2003 đã cảnh báo về bước phát triển mới trong lĩnh vực chiến tranh thông tin. Diễn tiến thời điểm ấy đã cho thấy một diện mạo khác của dạng thức chiến tranh này. Trong khi Mỹ và các Quốc gia phát triển khác đã có chuẩn bị tiến xa về tổ chức và công nghệ; thì lực lượng *tin tặc yêu hòa bình* chính nghĩa vẫn giậm chân tại chỗ, vẫn dừng ở tự phát, sức mạnh rất hạn chế. Diễn ra trên mọi phương diện, từ tâm lý chiến, truyền thông chiến tới máy tính chiến; song trong khi phía Mỹ chiếm được thế chủ động, với một loạt động thái cả thực lẫn hư, và thu được kết quả đáng kể; thì phía

những người ủng hộ và cảm tình với Iraq dường như luôn bị động, lúng túng, lạc phương hướng và gây rối lẫn nhau. Điều này cho thấy, với những phát triển năm 2003, dường như lĩnh vực chiến tranh thông tin cũng bắt đầu mang tính phi đối xứng, với thế bất lợi thêm nghiêng về các Quốc gia, lực lượng thua kém về công nghệ.

Nếu không có những phát triển mang tính đột biến nào khác, thời gian từ nay đến khoảng những năm 2020, tức là khi cục diện đa cực trên Thế giới đã thực sự hình thành, có thể thấy chiến tranh thông tin sẽ ngày càng phổ biến. Không chỉ các hệ thống thông tin liên lạc Quốc gia, mà cả những bộ phận khác của cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, như ngân hàng, đường sắt, bưu chính viễn thông... đều là mục tiêu công kích của virus và tin tặc, dù thời chiến hay thời bình. Hoạt động tin tặc có tổ chức sẽ ngày càng phổ biến, đem lại những tổn thất to lớn không chỉ về quân sự. Đã xuất hiện các virut thông minh thế hệ mới, đặc biệt các virus sinh điện tử có khả năng tự biến đổi để chống vaccin. Hoạt động khủng bố thông tin khiến nỗi lo của Mỹ về một "Trận Châu cảng điện tử" trở nên hiện thực hơn lúc nào hết. Bên cạnh chiến tranh mạng, hoạt động điệp báo điện tử từ lâu đã lan rộng sang các khu vực ngân hàng, thương mại, và nhất là công nghệ. Hoạt động tâm lý chiến, với biến thái chiến tranh truyền thông [đại chúng] (truyền thông chiến) đã ngày càng phổ biến, và nghịch lý là, ngày càng gây mất lòng tin của dân chúng chính bên sử dụng tuyên truyền đen khi sự thật bị phơi bầy, hoặc gây những tác động tiêu cực không mong muốn. Có vô số thí dụ, chẳng hạn hiện tượng kinh tế sa sút do tâm trạng hoang mang tại Mỹ trước hình ảnh toà Tháp đôi bị đánh và thư mang vi khuẩn bệnh than, và việc mất lòng tin khi sự thật về vũ khí huỷ diệt hàng loạt do tổng thống Bush tạo giả để đánh Iraq bị phơi bày. Với các nước đang phát triển, khoảng cách về công nghệ thông tin còn chứa đựng các nguy cơ tiềm tàng, với những tổn thất to lớn cả trong thời bình và thời chiến.

Cuối cùng, cũng phải nói thêm rằng không nên đơn giản hiểu virus thông tin là những phần mềm độc hại, nhỏ bé, có thể xóa bỏ bằng các chương trình như thầy thuốc hoặc tường lửa. Như đã nêu, virus và vũ khí không gian điều khiển nói chung không tác động trong không gian vật chất mà trong một không gian đặc thù gọi là không gian điều khiển. Thực chất đây là một không gian ảo, song lại có thể làm cho gần gũi và giống hệt với không gian thông tin trong não người, có được từ những ánh phản[1] của thực tại. Nói khác đi, một trong những tác động của vũ khí không gian điều khiển là có thể gây ảo giác cho con người không kém gì ma túy. Và chính vì lẽ đó, nó có tác dụng điều chỉnh hành vi của đối tượng chịu tác động.[2]

Đây cũng là cách tác động khác về chất song cực kỳ nguy hại của vũ khí thông tin cũng như các phương tiện dựa trên thông tin.

Có lẽ có tác động không khác gì đánh trúng vấn đề nhạy cảm, vào chỗ yếu sâu kín của con người trong những thời điểm nhất định (đi kèm với tác động vật chất của bom đạn, của cái đói, rét, mệt mỏi, sợ hãi...), thường thấy ở tác chiến thông tin, nhất là tác chiến thông tin tâm lý, là tạo điều kiện cho con người tự huyễn hoặc mình.

Việc chế biến thông tin theo mong muốn, nói đúng hơn, theo cách hình dung của riêng mình là một nhu cầu có thực. Giống như tác động của những hình mẫu nhân vật trong tiểu thuyết, phim ảnh, hay những thần tượng (chẳng hạn, ca sỹ, cầu thủ bóng đá) ngoài đời, song tự tạo ra nhân vật trong mơ của mình là việc không chỉ có sức hấp dẫn, mà còn có sức mê hoặc cực mạnh. Tạo điều kiện làm điều này là các phần mềm trò chơi trực tuyến. Nó gây trạng thái nghiện hình ảnh, âm thanh (được dày công tạo dựng trong không gian điều khiển), tức là cũng tác động như một ma tuý. Như một ma tuý, nó khiến người ta mất tiền bạc, thời gian, tổn hại sức khoẻ (cả sức khoẻ thể chất lẫn tâm thần). Song ác độc hơn, điều đó lại do chính người chơi tự nguyện tạo ra.

Đấy là tác dụng (khó biết là vô tình hay cố ý) của các phần mềm trò chơi trực tuyến, nhất là khi đánh trúng thị hiếu đối tượng. Và ai đoan chắc được đó là một công cụ trò chơi hay một vũ khí thông tin đã nguỵ trang?

---

(1) *Thuật ngữ dùng để chỉ kết quả của sự phản ánh sự vật từ thế giới vật chất sang não người, hoặc não sinh vật nói chung.*

(2) *Theo báo chí nước ngoài, các phi công thường vô tư bấm nút phóng bom đạn xuống mục tiêu, được hiển thị "y như lúc tập trên máy". Họ đã bị sốc khi vì một lý do gì đó trở lại nơi mình đã đánh phá, hoặc ít nhất xem chương trình truyền hình. Ôm mối giày vò, ân hận suốt đời là bi kịch của nhiều người trong số họ, mà điển hình là số phận những phi công đã ném bom nguyên tử xuống Nhật Bản.*

20.1. CHIẾN TRANH THÔNG TIN TRÊN MẠNG INTERNET

Vào tháng 10-2001, Trung tâm Quốc gia về bảo vệ cơ sở hạ tầng của Mỹ (NCISP) đã công bố bản báo cáo nhan đề *"Tác chiến điều khiển học: Mối đe doạ cơ sở hạ tầng thông tin Hoa Kỳ"*. Báo cáo nhận xét rằng trong những thập kỷ qua cùng với hiện tượng số hộ sử dụng Internet tăng vọt đang xuất hiện một lĩnh vực hoạt động xã hội mới. Trên mạng Internet, chúng bao quát một phạm vi khá rộng, từ sử dụng thư điện tử và trang web của các tổ chức chính trị xã hội để phối hợp hoạt động tới xâm nhập và tiến công điều khiển học các trang chủ (website) đối phương.

Động thái ấy tạo ra một dạng thức tiến công thông tin mang màu sắc chính trị mới, gọi là "chủ nghĩa tin tặc", nghĩa là xâm nhập mạng máy tính, gây sự cố mang màu sắc chính trị. Trên Internet còn xuất hiện những đợt hoạt động chính trị ngắn, báo chí gọi là "Chiến tranh điều khiển học".

Tính toàn cầu của Chiến tranh điều khiển học gắn với hiện tượng số người sử dụng mạng thông tin tăng không ngừng trên toàn cầu. Vượt qua mọi biên giới Quốc gia, hoạt động ấy đã thu hút khá nhiều người, có khi chỉ nhằm thoả mãn nhu cầu cá nhân. Phạm vi mục tiêu cực rộng. Một số tin tặc chỉ trích chính quyền vi phạm quyền con người, số khác chỉ xâm nhập những trang chủ theo sở thích. Từ 1998, Chiến tranh điều khiển học đã nhanh chóng lan rộng, trở thành thường nhật.

Dạng tác chiến điều khiển học thường gặp nhất là thay đổi nội dung website. Trang chủ có thể bị xâm nhập bằng cách khai thác một số lỗ hổng an ninh, nhờ đó, tin tặc có thể thay đổi nội dung, chẳng hạn, gắn thêm khẩu hiệu tuyên truyền. Điều này khiến người ta căm ghét các tổ chức chính trị mục tiêu, cũng như gây hậu quả kinh tế nghiêm trọng cho hoạt động kinh doanh, nhất là thương mại điện tử.

Trong lịch sử, các hình thức chống đối dân sự trên không phải là mới. Yêu sách được biểu đạt bằng mọi cách, từ "biểu tình ngồi", thu thập chữ ký, tới dùng vũ lực lật đổ chính quyền. Ngày nay, mạng Internet và với lượng người sử dụng khổng lồ khiến việc tổ chức bất kỳ hình thức chống đối nào cũng đơn giản hơn nhiều. Trang chủ không nhất thiết bị một tổ chức chính trị xâm nhập. Nhiều sự kiện hoàn toàn mang tính đơn độc, tự phát, không nhằm mục tiêu nào, trừ gây rối.

Các Quốc gia đa sắc tộc luôn bị lôi cuốn vào các cuộc xung đột điều khiển học. Một số nước đã chịu những cuộc chiến điều khiển học dai dẳng, do phá hoại trang chủ và những cuộc tiến công kiểu DOS (Denial-of-Service Atack), nghĩa là tiến công ngăn không cho sử dụng dịch vụ. Trong số này, đánh bom thư là phổ biến nhất. Một lượng khổng lồ thư điện tử được đánh vào các trang chủ nhất định, khiến chúng tê liệt.

Tuy nhiên, vấn đề tác chiến điều khiển học không chỉ thu hút những người thuộc các nhóm chính trị xã hội, mà cả những tin tặc đơn độc ủng hộ họ. Thời gian qua, số liên minh như vậy đã tăng đáng kể.

Các chuyên gia NCISP nhận thấy, trong các cuộc xung đột điều khiển học, đặc trưng hơn cả là xung đột giữa các tin tặc Trung Quốc và Mỹ (sau vụ Mỹ đánh bom sứ quán Trung Quốc tại Belgrad và sự kiện máy bay do thám EP-3 của hải quân Mỹ), giữa tin tặc Trung Quốc và Đài Loan, Ixraen và Palestin, Ấn Độ và Pakistan.

Xung đột tin tặc Mỹ và Đài Loan với Trung Quốc. Một trong những sự kiện đáng chú ý nhất là loạt sự cố diễn ra vào tháng 5-1999 sau khi Mỹ đánh bom tòa đại sứ Trung Quốc tại Belgrad trong chiến tranh Côxôvô (còn gọi là Chiến tranh Ban Căng). Hàng loạt trang chủ của Mỹ đã bị phá huỷ nhân danh Trung Quốc. Các chiến dịch thư điện tử đã được tổ chức nhằm giải thích lý do và hỗ trợ cho hoạt động của các nhóm tin tặc Trung Quốc. Mục tiêu tiến công hàng đầu là các trang chủ của chính quyền Mỹ. Các trang chủ của bộ năng lượng, bộ nội vụ và một số cơ quan khác cũng bị tê liệt. Suốt ba ngày, không thể truy cập trang web chính thức của Nhà Trắng, sau khi nó bị đánh bom liên tục bằng thư điện tử. Nhìn chung, có thể thấy chiến dịch được tổ chức khá lỏng lẻo và diễn ra trong thời gian ngắn, số trang chủ bị tiến công không nhiều.

Tin tặc ủng hộ Trung Quốc cũng tiến hành chống Đài Loan trong cuộc bầu Tổng thống các tháng 8 và 9-1999. Trong hai tháng có tới 165 trang

chủ Đài Loan bị xâm nhập, chủ yếu nhằm thay đổi nội dung, cản trở hoạt động thường nhật của cơ sở hạ tầng. Bị thiệt hại nặng nhất là trang chủ của các công ty năng lượng, các cơ cấu quản lý kinh tế, các cơ quan có chức năng truyền dữ liệu và quản lý không lưu. Tổn thất do tin tặc không lớn, tương tự như Mỹ gặp năm trước. Tuy nhiên, từ lúc này vấn đề hoạch định chiến lược đã bắt đầu được quan tâm. Rõ ràng, trong các chiến dịch tương lai các bên tham chiến sẽ được tổ chức ngày càng tốt và hoạt động ngày càng hiệu quả.

Cuối tháng 4 đầu tháng 5-2001, tin tặc thân Trung Quốc đã đồng loạt xâm nhập các trang chủ của Mỹ. Hành động này diễn ra sau sự kiện tháng 4-2001, một máy bay tiêm kích Trung Quốc bị rơi sau khi va chạm với máy bay do thám EP-3 của hải quân Mỹ. Xung đột điều khiển học cũng bùng phát trùng với dịp kỉ niệm 2 năm cuộc ném bom sứ quán Trung Quốc tại Belgrad và ngày lễ 1-5 cũng như Ngày Thanh niên Trung Quốc. Tin tặc thân Trung Quốc đã xâm nhập trên 100 trang chủ, phần lớn có tên miền *.gov* và *.com*, với dạng công kích DOS. Một số công cụ tỏ ra khá nguy hiểm. Nhiều cuộc chỉ nhằm gửi vào trang chủ của Mỹ bức ảnh phi công Trung Quốc bị chết và cảnh báo đòn trừng phạt tất yếu. Tin tặc thân Mỹ, về phần mình, đã trả đũa bằng các đòn tương tự, phá huỷ trên 300 trang chủ Trung Quốc.

Xung đột tin tặc Ixraen và Palestin. Tháng 10/2000, sau khi chấm dứt các cuộc thương lượng hoà bình, tin tặc Ixraen và Palestin đã mở nhiều cuộc tiến công điều khiển học. Vào 6/10/2000, 40 trang chủ Ixraen đã bị phá hoại và Palestin ít nhất cũng bị phá hoại 15 trang. Sự kiện này trùng với lúc bạo lực trong vùng gia tăng. Xung đột còn liên luỵ cả tới Mỹ, vì có những trang chủ bị công kích nằm trên các máy chủ Hoa Kì. Đã phát sinh hiện tượng toàn cầu hoá không gian thông tin, khi có Quốc gia không gần gũi về địa lý và cũng không dính líu đến sự kiện vẫn bị lôi cuốn vào cuộc.

Tính chất xâm nhập biến đổi không ngừng, từ đơn giản thay đổi nội dung trang chủ tới tiến công phối hợp nhằm giành ưu thế thông tin. Hàng loạt công cụ phá hoại được triển khai, từ virus, công kích DOS tới bom thư. Các trang chủ chứa những công cụ huỷ diệt khác nhau đã được dùng để phá hoạt động của bất kì ai muốn kết nối với đối phương.

Tin tặc thân Palestin đã phá huỷ bất kì kiểu trang chủ Ixraen nào, thay nội dung bằng thông báo "ủng hộ sự nghiệp giải phóng Palestin," hoặc "Casơmia tự do." Phương tiện lập trình FloodNet - để tiến công DOS phi tập trung - đã trở thành công cụ chính của tin tặc Ixraen. Các trang chủ bị thăm viếng liên tục và FloodNet liên tục gửi câu hỏi vào máy chủ đã cho. "Biểu tình ngồi trên không gian ảo" kiểu này là hình thức công kích DOS phổ biến nhất. Nhiều cuộc công kích đã thành công. Trang chủ của các tổ chức sắc tộc và cơ quan tài chính được dùng làm địa chỉ phát tán thông tin giả. Hàng loạt trang chủ của các công ty điện tử đã bị huỷ hoại, gây thiệt hại kinh tế nghiêm trọng.

Mọi sự kiện đều thu hút tin tặc phối hợp hoạt động. Cả hai bên đều được tổ chức tốt và đều sử dụng thủ đoạn thu thập thông tin nhằm nâng cao hiệu quả giáng trả. Hàng loạt nhóm, như G-Force của Pakistan đã phối hợp với người Palestin, giúp họ chống Ixraen. Một số nhóm nỗ lực tìm kiếm lập trường chung, về chính trị hoặc một lĩnh vực nào đó. Những nhóm khác chỉ đơn thuần phá phách hoặc quảng cáo cho mình. Nhìn chung, hoạt động tin tặc Ixraen và Palestin rộ lên bất kỳ khi nào tiến trình hoà bình giữa hai Nhà nước gặp trở ngại.

Xung đột tin tặc Ấn Độ và Pakistan, nơi xung đột điều khiển học bắt nguồn từ những nguyên nhân tôn giáo và sắc tộc, là một điển hình khác. Sau khi ngừng bắn ở Casơmia, các nhóm tin tặc đã tiếp tục cuộc chiến. Trong năm 2000, tin tặc Pakistan đã xâm nhập trên 500 trang chủ Ấn Độ. Ngược lại, thời gian đó chỉ có một trang chủ Pakistan bị phá hoại, điều hết sức đáng ngạc nhiên, vì chuyên gia lập trình Ấn Độ có đẳng cấp Quốc tế. Điều đó cho thấy sự khác biệt to lớn về cách tiếp cận kỹ thuật đối với tổ chức xâm nhập, khả năng hay mức độ sẵn sàng sử dụng kỹ năng hiện có để công kích điều khiển học. Trong trường hợp này, các cuộc tiến công của hai bên không phức tạp lắm, chủ yếu là thay đổi nội dung trang chủ. Hoạt động tích cực nhất là nhóm G-Force.

Những sự cố Nhật Bản. Năm 2001 tại Nhật Bản đã hai lần nghẽn mạng. Thượng tuần tháng 4-2001, tin tặc thân Hàn Quốc đã tiến công trang chủ

của hàng loạt tổ chức Nhật ủng hộ cuốn giáo khoa lịch sử mới, thay đổi cách mô tả tội ác của Nhật trong Chiến tranh Thế giới II. Người tham gia chủ yếu là sinh viên Hàn Quốc, sử dụng bom thư, tiến công DOS, phá huỷ các trang chủ của Bộ giáo dục, Đảng Dân chủ Tự do và công ty phát hành cuốn sách Nhật Bản. Đợt tiến công không kéo dài và có tổ chức.

Tháng 8-2001, tin tặc thân Trung Quốc xâm nhập các trang chủ của Nhật sau khi Thủ tướng Nhật thăm đền Yasukuni, nơi tưởng niệm chiến tranh. Chỉ trong thời gian ngắn, một số trang chủ đã bị phá hoại, chủ yếu của các công ty và viện nghiên cứu. Điều đó chứng tỏ tin tặc thân Trung Quốc đã chuẩn bị lâu dài, sử dụng thành thạo không gian điều khiển và các công cụ phá hoại điều khiển học.

Nguy cơ khủng bố điều khiển học. Ngoài báo cáo, các chuyên gia NCISP còn đưa ra nhiều cứ liệu cho thấy chủ nghĩa tin tặc đang tiếp tục leo thang. Đặc biệt đáng chú ý là những phân tích về cuộc chiến giữa các nhóm tin tặc thân Mỹ và chống Mỹ trong chiến dịch chống khủng bố sau sự kiện 11-9. Kết quả cho thấy, cơ sở hạ tầng thông tin Mỹ ngày càng bị đe dọa, trong đó tiềm ẩn nguy cơ tiến công DOS.

Sau sự kiện 11-9, những từ ngữ đề cập tới tiềm năng tiến công điều khiển học đã thay đổi, từ "*những khó chịu không lớn*" sang "*chiến tranh thông tin,*" dù trong thực tế, theo các chuyên gia NCISP, mối đe dọa điều khiển học hiện mới ở mức vừa phải.

Tin tặc, cả thân lẫn chống Mỹ, đều hoạt động với trình độ khá cao, song không gây hậu quả đặc biệt. Theo các chuyên gia, điều đó chứng tỏ mối đe dọa đối với các mạng thông tin và trang chủ của Mỹ còn tương đối thấp, mặc dù cao hơn so với mức trước 11-9.

Hoạt động của tin tặc thân Mỹ. Kể từ 11-9-2001, trong các dịch vụ Chat-Internet các nhóm tin tặc yêu nước đã đề nghị tổ chức tiến công quy mô lớn vào các trang chủ của Pakistan và Apganixtan, để trả đũa các cuộc khủng bố đánh vào Trung tâm Thương mại Quốc tế và Lầu Năm góc. Trang chủ của Câu lạc bộ Người nuôi chó giống Apganixtan tại Mỹ đã trở thành một trong những nạn nhân đầu tiên. Ngày 12-9, trang chủ chính thức của chính phủ Pakistan đã bị phá huỷ. Bị tiến công còn có hàng loạt các trang chủ khác, của các công ti "Mạng truyền tin Apganixtan", "Chính sách Apganixtan", cũng như các trang *Taleban.com* và *Taliban.Online.com*.

Tán phát thư điện tử được sử dụng rộng rãi nhằm khuyến khích tin tặc tiến công trang chủ của các đại diện Hồi giáo và những tổ chức ủng hộ chủ nghĩa khủng bố. Người nhận được đề nghị tiếp tục tán phát thư điện tử, thuyết phục các tin tặc khác tham gia bằng bất kỳ hình thức nào, phá hoại chủ động hoặc hỗ trợ thu thập thông tin.

Vào đúng ngày 12-9 đã diễn ra cuộc tiến công DOS trên trang chủ chính thức của Phủ Tổng thống Apganixtan, khiến trang chủ này bị bão hòa. Các hội nghị truyền hình Usenet thân Hồi giáo cũng bị tiến công DOS. Hội nghị mang địa chỉ *soc.religion.islam* đã bị thư điện tử công kích dữ dội đến nỗi không thể truy cập được.

Yêu cầu hỗ trợ do tin tặc đưa ra đã thành công. Một nhóm tự xưng là Dispatchers (*Phái viên*), đứng đầu là tin tặc có biệt danh Rev đã tổ chức phá hoại các trang chủ của Palestin và Apganixtan. Cuộc tiến công đầu tiên xẩy ra vào 16-9-2001, đánh vào trang chủ của Bộ ngoại giao Iran. Nhóm tuyên bố tiếp tục phá huỷ các trang chủ nhằm trả đũa cuộc khủng bố 11-9.

Nổi tiếng nhất là các nhóm tin tặc thân Mỹ được được lập ra cuối tháng 9-2001. Một trong số đó là YIHAT (Nhóm tin tặc trí thức trẻ chống khủng bố) do Kim Shmith (Đức) đứng đầu. Nhóm đã thu thập thông tin về các nhóm khủng bố trao cho chính quyền Mỹ. Nhóm khẳng định, họ đã đột nhập máy chủ của Ngân hàng Trung ương Xuđăng và tìm thấy các tài khoản của al Qaeda và Bin Laden. Hành động ấy đã buộc YIHAT phải dùng thủ pháp bí mật, do đó, phải ngừng sử dụng trang chủ *kill.net*.

YIHAT đã huỷ thông tin trên các trang chủ bị xâm nhập. Ngoài ra, họ còn tuyên bố đã được tài trợ từ phía chính phủ các nước đang hợp pháp hoá hoạt động tin tặc để tăng cường sức mạnh đấu tranh chống chủ nghĩa khủng bố và có ý định mở một "*trung tâm huấn luyện tin tặc*" nhằm đào tạo "chiến sỹ ảo" tốt hơn. Đã có tuyên bố rằng nhóm có

khoảng 800 nhân lực, mặc dù theo các chuyên gia tổng cộng chỉ có 25-35 thành viên tích cực.

Hoạt động của tin tặc chống Mỹ. Ngày 14-9-2001 một người mang biệt danh Flooffi Bunni (*Tin tặc cô đơn*) đã chộp được địa chỉ vài ngàn trang chủ, bắt đầu yêu cầu người sử dụng đến các website riêng, trên đó chỉ có khẩu hiệu "Fluffi Bunni đứng đầu nhóm YIHAT." Theo các chuyên gia, trong những hoạt động chống Mỹ đây là hoạt động đơn độc lớn nhất. Mặc dù chỉ diễn ra trong 1 giờ, nhưng số trang chủ bị tổn hại quá lớn. Đúng ngày này, virut LifeStages (hay *WTC.txt.vbs*) đã phá hoại nhiều máy tính đang tìm kiếm thông tin về sự kiện 11/9 trên mạng Internet.

Ngày 15-9-2001, trang chủ First Responder Supplies đã bị Illegal Crew, một nhóm tin tặc Brazin xâm nhập. Tin tặc Braxin đã tiến hành chống Mỹ từ hơn hai năm trước. Ngoài nhóm G-Force (thành lập 2-2000, nhằm chống "vi phạm quyền của người Hồi giáo ở Ixraen và Casơmia", nhờ đó nổi tiếng là người tổ chức tiến công các trang web của chính phủ Ixraen, Ấn Độ và Mỹ), trong Câu lạc bộ tin tặc Pakistan (PHC) còn có tổ chức "Tiến sỹ Nuker" cũng tiến hành phá hoại các trang chủ của Mỹ.

Ngày 17-10-2001, máy chủ thuộc mạng của Cục khí quyển và đại dương Quốc gia đã bị phá huỷ nhân danh nhóm G-Force, nơi đe doạ tiến công trang chủ của các bộ quốc phòng Mỹ và Anh. Vài ngày sau, vào 20-10-2001, đã có giả thuyết cho rằng chính nhóm này đã phá huỷ một trong các trang chủ của Lầu Năm góc.

Các cuộc tiến công website cho thấy tin tặc hoàn toàn có khả năng phá hoại máy chủ. Tuy nhiên, theo các chuyên gia, ít có khả năng xâm nhập máy chủ trình độ cao thuộc mạng máy tính bộ quốc phòng Mỹ (các tin tặc nổi tiếng khác đã tuyên bố sẵn sàng tiến công các trang chủ của Mỹ). Sự cố đầu tiên xẩy ra vào 1-10-2001, nhưng tại Hunggari, khi tin tặc xâm nhập vào trang chủ của Bộ an ninh Quốc gia.

Song, không phải mọi nhóm tin tặc đều tham gia chống Mỹ. Ngày 14-9-2001, nhóm tin tặc Đức "Câu lạc bộ máy tính Khaos (*Hỗn loạn*)" đã kêu gọi dân máy tính ngừng hoạt động xâm nhập. Tuy nhiên, nỗ lực này không được "giới tin tặc" hưởng ứng. Cyber Angels, một nhóm tin tặc theo quan điểm "hành xử có trách nhiệm" đã kêu gọi chống xâm nhập mang tính chính trị. Mặc dù không ủng hộ "ý tưởng phá hoại," nhưng nhóm vẫn thu thập thông tin phục vụ hoạt động xâm nhập kiểu này.

Dường như các nhóm tin tặc Pakistan đã tiến hành một cuộc "thánh chiến điều khiển học" chống Mỹ và kêu gọi mọi tin tặc Hồi giáo tham gia. Mục tiêu tiến công chủ yếu là các trang chủ của Mỹ, cũng như của Ấn Độ và một số Quốc gia ủng hộ chính sách của Mỹ. Cũng có "mục tiêu" bị đánh nhầm, thí dụ, vào 16-9 công ti Internet America-on-Line bị phá hoại chỉ vì có thuật ngữ "chủ nghĩa khủng bố" trong danh mục chỉ số nguồn phổ dụng URL (Universal Resource Locator). Nhóm Dispatchers đã phải xin lỗi vì sai sót tương tự. Ngày 27-9 một website của Ôxtrâylia đã bị tiến công vì trong danh mục URL có cụm từ "trung tâm thương mại." Nhiều trang chủ các nước khác cũng bị tiến công chỉ vì có tên gọi gây nghi ngờ.

Theo các chuyên gia, điều này chứng tỏ tính không chuyên của các tin tặc, bởi vì để chọn mục tiêu họ đã sử dụng từ khoá chứ không phân tích cụ thể nội dung trang chủ. Hoạt động tin tặc vẫn liên tục diễn ra. Nhiều chuyên gia an ninh thông tin cho rằng đã tiềm ẩn khả năng xuất hiện các cuộc tiến công điều khiển học nguy hiểm hơn. Điều đó là tất yếu vì Mỹ vẫn tiếp tục dùng vũ lực trên quy mô lớn.

Báo cáo của NCISP cho thấy, hiện trạng chính trị quân sự trên Thế giới đang thúc đẩy xung đột trên mạng Internet. Tính đến trung hạn, xung đột điều khiển học mới có tác dụng phá hoại cơ sở hạ tầng ở mức độ không lớn lắm. Tuy nhiên, công nghệ máy tính đang phát triển cực kỳ nhanh, công cụ phá hoại chuyên dụng đang ngày càng phổ biến và dễ sử dụng. Vì vậy, chủ nghĩa tin tặc cũng ngày càng trở nên nguy hiểm hơn.

Xung đột điều khiển học đang được tổ chức chặt chẽ hơn, công cụ và thủ pháp cũng ngày càng tinh vi hơn. Nhiều khả năng là các trang chủ sẽ tiếp tục bị phá huỷ, đồng thời tiến công DOS sẽ có quy mô ngày càng lớn. Theo dự báo, ngày càng có nhiều nhóm tin tặc độc lập tham gia tiến công điều khiển học, đồng thời, hoạt động tin tặc sẽ ngày càng lan

rộng sang các Quốc gia mới. Phân tích cho thấy, mục tiêu của tin tặc thường là các trang chủ thuộc các cơ quan chính phủ, giáo dục, thương mại và văn hoá, phần lớn rất dễ bị tiến công điều khiển học. Mặt khác, những trang chủ không được bảo vệ đầy đủ trước các phương tiện phá hoại chuyên dụng đều dễ trở thành đối tượng tiến công. Tổn thất kinh tế và những tổn thất khác có thể đụng chạm đến an ninh xã hội và thị trường toàn cầu. Ngoài ra, rất có thể trong tương lai hoạt động tin tặc sẽ thường xuyên nhằm phá huỷ cơ sở hạ tầng. Người ta đặc biệt nhấn mạnh tính cấp thiết của hợp tác Quốc tế cũng như phối hợp hành động giữa chính phủ và tư nhân trong bảo vệ mạng.

(Theo X. Griniaev, ZVO (Nga), 6-2002)

20.2. CUỘC CHIẾN THÔNG TIN TRONG CHIẾN TRANH IRAQ 2003

Như đã biết, khác với những dạng thức chiến tranh khác, chiến tranh thông tin thu hút sự tham dự của mọi lực lượng và phương tiện, cả quân sự lẫn dân sự. Trong Cuộc chiến tranh chống Iraq 2003, cuộc chiến thông tin đã diễn ra trên cả ba mặt trận, từ tâm lý chiến do quân đội tiến hành, chiến tranh mạng máy tính, tới truyền thông chiến hay chiến tranh trên các phương tiện truyền thông, với sự phối hợp chặt chẽ giữa chiến tranh thông tin và chiến tranh công nghệ cao. Mặc dù thoạt thấy, cuộc chiến thông tin trong chiến tranh 2003 dường như không khác những cuộc chiến đã qua; song khi xem xét chi tiết hơn, ta thấy nó có những biểu hiện mới, nét mới rất đáng chú ý, nhất là về thủ đoạn sử dụng.

Tâm lý chiến do quân đội tiến hành đã được coi là một vũ khí quan trọng của Mỹ. Trong Cuộc chiến tranh này, phía Mỹ thừa nhận đã sử dụng tới 31,8 triệu tờ rơi, với 158 phi vụ cộng với 348 đạn rải truyền đơn. Ngoài ra, Mỹ còn tiến hành 183 phi vụ phát thanh tâm lý chiến và 189 phi vụ vừa phát thanh vừa rải tờ rơi. Nơi chuyên soạn thảo truyền đơn của Mỹ là đơn vị số 4 tâm lí chiến, gồm 1.200 người. Trong vòng một tuần lễ, đã có 2 triệu nội dung truyền đơn được soạn thảo. Một chủ đề được đề cập là hù dọa sử dụng "sức mạnh không tưởng tượng nổi" của quân lực và vũ khí Hoa Kỳ. Thông tin công khai về bom MOAP[1] cũng như các hoạt động triển khai chiến dịch Cú sốc và Kinh hoàng đều nhằm mục đích này. Một trọng tâm khác là kêu gọi binh lính và thường dân Iraq bất đề kháng, chẳng hạn, cho họ biết họ sẽ bị tổn hại gì nếu đánh vào lực lượng Mỹ và Liên quân. Ngoài ra, bằng cách chỉ dẫn cho các chỉ huy quân đội, quan chức địa phương và gia quyến họ các địa điểm tập kết và cách liên hệ để được đưa đi di tản, Mỹ còn gây ngờ vực, làm mất lòng tin, hoặc ít nhất khiến giới lãnh đạo, quân đội và dân chúng Iraq dao động, mất phương hướng.

Truyền thông đại chúng không phải là một mặt trận quân sự, song không kém phần nóng bỏng, được cả hai bên ra sức khai thác. Cả hai bên đều hiểu rõ vị trí và vai trò của các phương tiện truyền thông đại chúng đối với công luận trên phạm vi toàn cầu, và đều chuẩn bị khá chu đáo cho cuộc chiến này. Thậm chí còn có tin, Tổng thống Saddam Hussein đã ra lệnh cấp phát máy phát điện nhỏ cho dân chúng trên cả nước, để ít nhất có thể theo dõi truyền hình khi mạng điện bị phá hoại.

Theo báo chí Anh, cuộc chiến truyền thông lần này có nhiều nét khác biệt "bí ẩn". Trong hai lĩnh vực phát thanh và truyền hình, tình hình hết sức khác nhau. Nếu như trong lĩnh vực phát thanh, chỉ ngay sau khi khởi chiến các Đài phát thanh của Iraq đã bị Liên quân chèn sóng tới mức không thể nghe được; thì trong truyền hình, tình hình lại khác hẳn. Trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, khán thính giả trên toàn Thế giới hầu như chỉ còn cách theo dõi tình hình chiến sự và các sự kiện qua truyền hình Mỹ. Song giờ đây, khán giả Arập đã có những nguồn tin riêng, điển hình là các đài al Jazeera (của Qata), al Arabia, Abu Dhabi TV,... Với bên này, Cuộc chiến tranh được gọi là "Chiến dịch Tự do cho Iraq" hay trung tính hơn - "chiến tranh Iraq". Còn với bên kia, trên các phương tiện truyền thông đại chúng các nước Arập và Hồi giáo, nó được gọi là "*Cuộc chiến tranh xâm lược*", hoặc đơn giản chỉ là "*cuộc xâm lược*".

Cũng khác với Cuộc Chiến tranh Ban Căng trước đó, những cuộc họp báo long trọng đã được

(1) *Kiểu bom nhiệt áp siêu nặng, tới 15.000 kg, có khả năng huỷ diệt tác nhân sinh học, và tất nhiên tiêu diệt cả con người trong hầm ngầm kiên cố. Thực tế không hề được sử dụng.*

cả hai bên tiến hành. Cả hai bên đều tích cực sử dụng truyền hình làm công cụ tuyên truyền, tác động tâm lý. Tại một cuộc họp báo trên truyền hình, Phó Tổng thống Iraq Yasin Ramadan cho biết, hình ảnh quân Iraq đầu hàng Liên quân là do Anh và Mỹ dựng lên. Họ bắt dân thường Iraq mặc giả quân phục. Trên cơ sở đó, nhiều nguồn khác đã xác định, đó chẳng qua chỉ là "*hình ảnh dựng bằng vi tính*" (!), với vô số sơ suất "*lộ liễu tới ngớ ngẩn*". Trong khi đó, đích thân tổng thống Mỹ phản đối việc Iraq đưa hình ảnh tù binh Mỹ lên truyền hình, quy kết đó là "*một kiểu tâm lý chiến vô nhân đạo*" và "*vi phạm các* công ước Quốc tế." Điều này cho thấy một thực tế là, thông tin do các phương tiện truyền thông đại chúng, dù của phía Mỹ hay các Quốc gia Arập, dường như đều thu hút sự chú ý của dân chúng trên toàn cầu, và đều có ảnh hưởng đáng kể tới cuộc xung đột. Trước đó, tại Somali năm 1993, dân Mỹ đã hết sức giận dữ trước hình ảnh đám đông dân địa phương kéo lê thi thể một phi công trực thăng trên đường phố. Họ cho rằng quân Mỹ phải hành xử ác độc thế nào mới bị dân bản địa căm ghét đến thế. Kết quả, Mỹ đã phải rút quân về nước ngay sau sự kiện này.

Trong Cuộc chiến tranh Iraq 2003, tác động của truyền thông đại chúng dường như cũng lớn đến nỗi đến 23-3, giới quân sự Mỹ đã bàn đến khả năng phá huỷ hệ thống truyền hình của Baghdad. Thậm chí, Peter Arnet, một phóng viên kỳ cựu của hãng CNN, người duy nhất từng có mặt trên đất Iraq trong Chiến tranh vùng Vịnh 1991, cũng như từng là phóng viên nổi tiếng trên chiến trường Việt Nam, đã bị đuổi việc vì dám đưa những tin tức được coi là bất lợi. Những động thái hạ sách này khiến chính báo chí phương Tây cũng phải đặt câu hỏi: "*Phải chăng Mỹ muốn bóp méo thông tin về Cuộc chiến tranh này?*" Nói khác đi, phải chăng họ đã buộc phải gián tiếp thừa nhận đã thua trong Cuộc chiến tranh này?

Công bằng mà nói, sự phân tâm và nhận định sai lạc của công chúng toàn Thế giới có lẽ còn do thiện ý của những "*tiếng nói bầu bạn*", mang tính định kiến rõ ràng. Chẳng hạn, cho đến tận ngày 7-4 khi chiến dịch Tự do cho Iraq đã đến đoạn kết nghiêng hẳn về phía Mỹ mà truyền hình Trung Quốc vẫn nói "ba sai sách" của Mỹ, làm như Mỹ sắp thất bại đến nơi (?!). Thậm chí lúc đó báo chí Nga còn cho rằng phía Mỹ đang phải đối mặt với "bẫy bất ngờ" cả về chiến lược, chiến thuật lẫn về chính sách chính trị và quân sự. Điều này cho thấy, xét trên một số khía cạnh nào đó, Mỹ đã có những thành công nhất định trong việc đánh lạc hướng dư luận. Mặt khác, những định hướng sai lạc "đầy thiện chí" song thiếu tỉnh táo của các phương tiện truyền thông đại chúng bạn bè cũng góp phần đem lại những thất vọng không đáng có về sau, khi cuộc chiến đã ngã ngũ.

Máy tính chiến, hay cuộc chiến trên mạng diễn ra hết sức sôi động. Về phía Mỹ, bộ máy công nghệ thông tin đồ sộ đã được huy động hết mức. Báo chí nội bộ quân đội của Mỹ cho biết, đây là một mảng công việc quan trọng, được giao cho tướng Moseley, người giám sát 116 máy tính chuyên dùng để tiến công các mục tiêu chỉ huy quân đội, điều khiển vũ khí, truyền tin, máy tính và tình báo Iraq, kể cả 10 cơ sở truyền thông đại chúng. Một trong những mục tiêu của máy tính chiến là tác động tâm lý, và hoạt động này đã được bắt đầu ngay từ trước khi xảy ra xung đột vũ trang. Theo các nguồn tin nước ngoài, ngay từ đầu tháng 1/2003, các chuyên gia tin học Mỹ đã tiến hành một chiến dịch tác động tâm lý lớn qua mạng lưới thư điện tử. Chính qua đây, các thông điệp bằng tiếng Arập đã được Lầu Năm góc liên tục gửi cho các chỉ huy quân sự và đại diện chính quyền dân sự, kêu gọi không thực hiện mệnh lệnh của Tổng thống hợp hiến Saddam Hussein. Hoạt động này được coi là một bộ phận của chiến dịch tiến công trên mạng với mục đích chính trị; nói khác đi, với động thái này tâm lý chiến đã thu hút thêm một công cụ mới - mạng công nghệ thông tin.

Trên quy mô rộng hơn, "cuộc chiến bàn phím" diễn ra trên mạng Internet cũng không kém phần gay cấn, thu hút số đối tượng rất lớn trên toàn cầu, và theo dự đoán của các chuyên gia tin học, đây sẽ là bước khởi đầu cho một kỷ nguyên mới - "kỉ nguyên chiến tranh Internet trực tuyến". Bên cạnh việc giới quân sự sử dụng e-mail cho mục đích chính trị, còn xuất hiện nhiều cuộc "biểu tình trên mạng". Công ty bảo mật thông tin F-Secure cho biết, chỉ 48 giờ sau khi Cuộc chiến tranh Iraq nổ ra đã có tới trên 1.000 webside bị những "hacker yêu chuộng hoà bình" tiến công và phá hoại, chỉ nhằm phản đối hành động quân sự của Mỹ và Anh. Theo hãng này, tham gia hoạt động tiến công trực tuyến vào các webside có ba loại hacker chính. Đó là những hacker phản đối chiến tranh của Mỹ, các nhóm Hồi giáo cực đoan và những hacker thuộc các nhóm hoạt động vì hoà bình. Them vào đó, theo I-Defense, một hãng bảo mật thông tin khác của Mỹ, đã có hàng ngàn web-

side bị hacker đột nhập và "treo" đầy các biểu ngữ phản chiến, đòi hoà bình. Trong các cuộc tiến công này, đáng chú ý là trường hợp một webside của hải quân Mỹ bị một người mang biệt danh Apocalips tiến công. Ngoài ra, I-Defense còn nghi ngờ rằng tham gia hoạt động này còn có Unix Security Guards - một nhóm hacker Hồi giáo khá nổi tiếng.

Theo Jason Holloway, tổng giám đốc F-Secure, đây là bước phát triển rất mới mẻ trong lĩnh vực công nghệ thông tin. Hoạt động "biểu tình kiểu hacker" này là rất hấp dẫn và chưa từng có. Tất nhiên, bên cạnh các hacker yêu hoà bình vẫn có những kẻ "yêu chiến tranh". Vì vậy, cuộc phím chiến đã nổ ra trên mạng Internet, không phải bằng súng đạn mà chỉ đơn thuần bằng bàn phím, song gây nhiều thiệt hại, không chỉ trong ngành Công nghệ Thông tin, mà có thể nói là tất cả các ngành khác; vì lẽ, Internet đã xâm nhập vào mọi lĩnh vực hoạt động của con người. Hơn nữa, đây còn là một cuộc chiến không biên giới, mức độ nguy hiểm của nó chưa hề được xem xét và dự báo.

Cuộc chiến tranh Iraq đã thu hút sự quan tâm của đông đảo nhân dân khắp Thế giới. Lợi dụng hoàn cảnh này, một số kẻ đã tung ra một virut thư điện tử mới, gọi là Ganda. Một trong những đặc điểm nguy hiểm là, nó có khả năng quét trên toàn bộ máy tính nạn nhân để tìm diệt các trình diệt virus phổ biến, như Norton, McAfee, Sophos,... Sự xuất hiện của Ganda cho thấy một xu hướng phá rối trong thông tin chiến là lợi dụng các sự kiện nổi bật để dễ dàng đánh lừa người ta kích hoạt các chương trình chứa virus.

Một hình thức máy tính chiến khác là khai thác lỗ hổng bảo mật. Theo công ty cung cấp giải pháp bảo mật máy tính TrueSecure, vào trung tuần tháng 3-2003 một lỗ hổng bảo mật trong hệ điều hành Windows 2000 đã bị khai thác liên tục để tiến công các hệ thống máy tính, trong đó có cả một máy tính của quân đội Mỹ. Lỗ hổng này mới được các chuyên gia phát hiện từ 17-3-2003, ngay trong khi đang diễn ra Cuộc chiến tranh Iraq. Nó có thể tạo điều kiện cho các hacker kiểm soát toàn bộ máy chủ. Đây là lỗi riêng của phiên bản IIS 5.0 của Windows 2000. Đáng chú ý là công cụ khai thác lỗ hổng này đã được hacker đưa ngay lên mạng Internet. Tình hình này giống như đại dịch Cod Red hồi 2001. Lỗ hổng IIS đã bị lợi dụng để tiến công và làm tê liệt hàng chục ngàn máy chủ.

Những cuộc phím chiến nói trên, dù có bộc lộ những nét mới, song chung quy vẫn mang tính tự phát, không định hướng; và do đó gây tổn thất cho thường dân vô tội nhiều hơn là đánh trúng vào bộ máy công nghệ thông tin được che chắn, bảo vệ khá kín kẽ của Lầu Năm góc. Ngoài một số hư hại mang tính nhỏ lẻ, gần như không thấy tin tức gì về những trục trặc của bộ máy chỉ huy và điều khiển (C^3I) của quân đội Mỹ, điều Nam Tư đã thực hiện khá thành công trong Cuộc Chiến tranh Ban Căng 1999.

Trên mặt trận chính của cuộc chiến thông tin giữa hai bên, người ta cũng nhận thấy có nhiều điểm khác biệt. Chẳng hạn, không thấy nói nhiều đến những cuộc huỷ diệt cơ sở hạ tầng của Iraq bằng bom xung điện từ (bom E). Điều đó chỉ có thể có nghĩa là Mỹ thiên về khai thác hệ thống chỉ huy quân đội và điều khiển vũ khí (C^2) của phía Iraq hơn là huỷ diệt, điều đã được họ thực hiện khá bài bản và triệt để tại Nam Tư, cũng như trong Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991. Chiến lược này dường như đã thành công đến nỗi, phía Mỹ không chỉ xâm nhập được vào toàn bộ hệ thống chỉ đạo chiến tranh của Iraq, mà còn tìm được nhiều cách tác động có hiệu quả vào nó. Theo các hãng tin nước ngoài, họ không chỉ đánh cắp được mật khẩu để thu thập thông tin, mà thêm một bước, Mỹ đã cài vào hệ thống C^2 cả những mệnh lệnh điều quân giả, kể cả mệnh lệnh bằng lời, để điều lực lượng bảo vệ Baghdad ra khỏi hướng tiến công chính của Liên quân, cũng như ra lệnh cho binh lính Iraq "giải giáp tại chỗ" bằng đúng "giọng nói của thượng cấp" [(1)].

Sự kiện này khiến người ta không khỏi không liên tưởng tới việc trước đó sáu tháng, tổng thống Iraq đột ngột ra lệnh thay thế các chỉ huy lực lượng Vệ binh Cộng hòa - những sỹ quan cao cấp dày dạn kinh nghiệm chiến trận, bằng những người thân cận song quá "non nớt về quân sự". Điều đó được cho là do những thông tin "rò rỉ" cố ý của CIA.

---

(1) Giả giọng nói là một thủ đoạn đã được Mỹ sử dụng từ lâu. Ngay từ những năm 60, trên chiến trường Việt Nam phía Mỹ đã lén cho ghi âm tiếng nói của người bị bắt, rồi cho người giả giọng để kêu gọi những người cùng đơn vị "hồi chánh", mà việc xác định phiên hiệu đơn vị đã được thu thập bằng đường khác. Hậu quả của việc này, nhiều trường hợp sau chiến tranh mới xác minh được.

21 - THỬ NHẬN DẠNG TÁC CHIẾN MẠNG TRUNG TÂM

Thời gian qua, người ta đã tốn khá nhiều giấy mực để bàn về một dạng thức tác chiến đang nổi lên - tác chiến lấy mạng làm trung tâm, hay gọi vắn tắt là tác chiến mạng trung tâm, theo cách gọi của giới quân sự Mỹ. Dạng thức tác chiến này được Pháp gọi là Tác chiến lấy thông tin làm trung tâm. Còn trong khối NATO, người ta chỉ dùng thuật ngữ Năng lực [chiến đấu] có được nhờ mạng. Mặc dù còn không ít những khác biệt về cách gọi tên, và do đó về cách quan niệm, song dường như sự vật mới này đang phản ánh một niềm tin cho rằng, "nghệ thuật chiến tranh đang trải qua một quá trình chuyển biến đầy kịch tính", mà trong đó, sức mạnh quân sự dựa trên ưu thế cơ giới đang được được chuyển dần sang dựa trên ưu thế thông tin. Trong bối cảnh đó, ta cũng nên xem xét một số phát triển về vũ khí trang bị và cách đánh đang tạo ra, nói đúng hơn, sản phẩm đặc thù của tác chiến mạng trung tâm.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Cuộc cách mạng công nghệ, mà công nghệ thông tin là công nghệ bản lề, đang đem lại những biến đổi to lớn trong kinh tế xã hội cũng như trong tiến hành đấu tranh vũ trang. Từ những năm 70, những phát triển của công nghệ thông tin đã dẫn đến sự ra đời của một thế hệ vũ khí trang bị mới về chất, được định danh là vũ khí công nghệ cao. Đó là những vũ khí trang bị 4 thành phần, trong đó thành phần hay bộ phận hợp thành mới đem lại bước biến đổi về chất cho vũ khí chính là thành phần điều khiển theo chương trình, hay ***cái gọi là phần mềm.*** Đồng thời, công nghệ thông tin cũng góp phần tăng cường quá trình chuyên hóa vũ khí trang bị. Bên cạnh ba loại hình vũ khí trang bị đã có là bom đạn, phương tiện mang phóng (máy bay, xe cộ, hạm tàu nổi và ngầm,...) và phương tiện bảo đảm chiến đấu (mà trong đó nổi bật nhất là các thiết bị cảm biến hay xenxơ phát hiện và nhận dạng mục tiêu), từ những năm 70 đã xuất hiện một loại hình phương tiện đấu tranh vũ trang mới - hệ thống tự động hóa chỉ huy. Trong ngôn ngữ quân sự, hệ tự động hóa chỉ huy được gọi là hệ thống C^3I, là chữ viết tắt của cụm từ Command - chỉ huy [con người], Control - điều khiển [máy móc], Communication - truyền tin[1] và Inteligence - nghĩa là tình báo, để chỉ các chức năng của hệ thống trang bị đặc thù này. (Chữ tắt tiếng Nga gọi là hệ *ASU- Avtomaticheskaja Sistema Upravlenii*, nghĩa là hệ thống tự động hóa chỉ huy và điều khiển). Sự ra đời của hệ C^3I nhằm đáp ứng nhu cầu nâng cao nhịp độ và năng lực chỉ huy, khi mà tốc độ, uy lực và độ chính xác của các vũ khí trang bị mà nó điều khiển, cũng như nó phải ứng phó, đã vượt ra ngoài khả năng tác nghiệp của con người. Mặt khác, sự ra đời của hệ C^3I cũng gắn với sự phát triển của công nghệ thông tin, cái đã tạo ra vũ khí trang bị công nghệ cao mà nó điều khiển.

Theo biện chứng của phát triển, vũ khí trang bị công nghệ cao tất yếu dẫn tới sự xuất hiện của một dạng thức tác chiến mới - tác chiến công nghệ cao. Đến lượt nó, tác chiến công nghệ cao trở thành hạt nhân của một dạng thức chiến tranh mới - chiến tranh công nghệ cao, với những Học thuyết chiến tranh đặc thù trong thời đại thông tin. Từ những năm 80, trong quân đội các nước hàng đầu, hệ C^3I đã được ưu tiên phát triển hàng đầu. Cũng từ thời gian này, sự phát triển của bản thân hệ thống tự động hóa chỉ huy và điều khiển C^3I đã bắt đầu có tác động mạnh mẽ, và ngày càng mang tính chi phối tới sự phát triển của các vũ khí trang bị khác, cũng như tới sự phát chiển của tác chiến và chiến tranh.

Tới cuối những năm 90, thuật ngữ viết tắt C^3I được thay thế dần bằng thuật ngữ C^4ISR. Điều đó cho thấy sự phát triển mang tính nhảy vọt trong lĩnh vực tự động hóa hoạt động chỉ huy và điều hành chiến tranh. Hiểu một cách đơn giản, hệ C^4ISR chính là hệ C^3I mở rộng, trong đó máy tính, nói đúng hơn mạng máy tính hay mạng công nghệ thông tin đã thực sự trở thành một bộ phận hợp thành của hệ

---

*(1) Trong hệ thống thuật ngữ quân sự Việt Nam, trước đây và hiện nay vẫn dùng thuật ngữ **Thông tin liên lạc**. Ở đây, chúng tôi sử dụng thuật ngữ Truyền tin, nghĩa là trao đổi thông tin, là một thuật ngữ tương đương, song để phân biệt với **Thông tin** (Information), hay nội dung thông tin được truyền đạt, đồng thời cũng để phân biệt với thuật ngữ **Truyền thông**, để chỉ sự phổ biến thông tin theo một chiều (broadcasting) gắn với các phương tiện Truyền thông đại chúng (media).*

thống tự động hóa chỉ huy quân đội và điều khiển vũ khí. Ngoài ra, thành phần tình báo I được mở rộng thành ba bộ phận chức năng có tầm quan trọng không thua kém nhau - Tình báo [dài hạn], giám sát [rộng suốt không thời gian] và trinh sát [mục tiêu cụ thể]. Chính sự ra đời của quan niệm (hay nguyên tắc tổ chức lực lượng và tiến hành chiến đấu) mới về hệ thống tự động hóa chỉ huy này và những phát triển công nghệ có liên quan đã tạo tiền đề cho sự nảy sinh một dạng thức tác chiến mới, mà một trong những định danh của nó là tác chiến mạng trung tâm.

VAI TRÒ

Tác chiến mạng trung tâm - hay nói đầy đủ là tác chiến lấy mạng làm trung tâm - là một dạng thức tác chiến đang gây ra những tranh luận rộng rãi trong thời gian gần đây. Có khá nhiều tranh luận, nhiều ý kiến trái chiều về dạng thức tác chiến này. Có quan niệm cho rằng, đây là một dạng thức tác chiến mang tính cách mạng. Trong văn kiện kinh điển, *Tác chiến lấy mạng làm trung tâm: Nguồn gốc và Tương lai*, phó đô đốc Arthur K. Cebrowski, hải quân Mỹ, và John J. Garstka đã viết "Chúng ta đang nằm giữa một cuộc cách mạng quân sự (RMA) khác với bất kỳ những gì đã từng thấy kể từ thời Napoleon, khi người Pháp làm cho phương thức tiến hành chiến tranh biến đổi với quan niệm/ nguyên tắc chỉ đạo *"tiến lên trong biển người"* (nguyên văn *levée en masse*), Chủ nhiệm tác chiến hải quân Mỹ, đô đốc Jay Johnson đã gọi đó là *"một chuyển dịch mang tính nền tảng từ cái mà ta gọi là tác chiến* (hay phương thức tiến hành chiến tranh) *lấy phương tiện mang phóng làm trung tâm sang cái ta gọi là tác chiến lấy mạng [công nghệ thông tin] làm trung tâm"*, và *"nó sẽ chứng tỏ là cuộc cách mạng quân sự quan trọng nhất trong 200 năm qua."*

Đối lập khá gay gắt với quan điểm này là quan điểm của Aldo Borgu, Học viện chính sách chiến lược Australia (ASPI), cho rằng *"Tác chiến mạng trung tâm (NCW) đã trở thành một trào lưu chính thống trong lĩnh vực tư tưởng quân sự, chỉ có ít người muốn tìm hiểu và chấp nhận những hạn chế cũng như những thách thức gắn liền với quan niệm này... Nói một cách đơn giản, NCW [chẳng qua chỉ] là một mốt mới trong tác chiến hay rộng ra - trong phương thức tiến hành chiến tranh hiện đại"*.

Ngoài ra, còn nhiều quan niệm khác, đa dạng hơn, thể hiện những cách hiểu khá khác biệt nhau về dạng thức tác chiến đang trong giai đoạn hình thành này.

NHẬN DẠNG

Định nghĩa

Vậy, chính xác ra từ những cách quan niệm khác biệt nhau lớn đến thế người ta muốn đề cập đến khái niệm gì?

Theo sách ***Tác chiến lấy mạng làm trung tâm*** của David S. Albert và cộng sự, được phát hành trong khuôn khổ Chương trình nghiên cứu tập thể về C^4ISR của Bộ quốc phòng Mỹ, NCW có thể được định nghĩa là:

"... một khái niệm về tác chiến có tính khả thi nhờ ưu thế thông tin, cái làm tăng sức mạnh chiến đấu bằng cách nối mạng các sensor giữa người ra quyết định và người bắn nhằm đạt tới chia sẻ thông tin cảnh báo, tăng tốc độ chỉ huy, nhịp độ tác chiến, uy lực sát thương, khả năng sống còn, và tăng thêm mức độ tự đồng bộ hóa".

Theo một cách tiếp cận khác, John Garstka gọi đây là dạng thức tác chiến kết nối mạng, *"hiểu theo nghĩa rộng là tổ hợp các chiến kỹ thuật và các quy trình hành động đang nổi lên mà một lực lượng kết nối mạng [thông tin] có thể khai thác để tạo ra ưu thế mang tính quyết định trong tiến hành chiến tranh".*

Theo John Keegan tác giả cuốn ***Lịch sử chiến tranh***, tác chiến mạng trung tâm tương đồng với bước phát triển về chất trong tiến hành chiến tranh giữa các kỷ nguyên công nghiệp và nông nghiệp ở chỗ nó cũng khai thác sự biến đổi mang tính nhảy vọt của nguồn lực chủ đạo nhằm tạo ra đột biến ưu thế chiến trường. Song nếu như trong cuộc cách mạng quân sự trước đây, đó là sự chuyển dịch giữa lấy sức người làm trung tâm sang lấy phương tiện mang phóng hay sức máy móc làm trung tâm; thì trong cuộc cách mạng quân sự này, đó là bước chuyển từ lấy phương tiện mang phóng sang lấy mạng công nghệ thông tin làm trung tâm, tức là chuyển từ dựa vào sức mạnh/ ưu thế vật chất sang dựa trên sức mạnh/ ưu thế thông tin/ tri thức. Đó là nét mới, khác về chất của dạng thức tác chiến mới này. Theo Paula Kaufman, trong kỷ nguyên thông

tin hiện nay, sức mạnh/lực lượng đang ngày càng bắt nguồn từ tốc độ, năng lực tiếp cận và chia sẻ thông tin.

Những ưu thế mà tác chiến mạng trung tâm đem lại trên chiến trường chủ yếu liên quan đến các cấp chiến thuật và chiến dịch, nhưng lại tác động tới mọi hoạt động quân sự, từ cấp chiến thuật tới tận cấp chiến lược. Mặc dù xây dựng ưu thế thông tin là một việc không hiển nhiên, dễ thấy, nhưng lại có thể định lượng và có thể đánh giá được tác động của nó đến các hoạt động quân sự thông qua mức độ hiệu quả, khả năng sống còn và khả năng sát thương.

Một quan điểm khác, của Edmuld C. Blash, cho rằng khái niệm tác chiến mạng trung tâm nói chung là một khái niệm mới và mang tính hệ thống về tiến hành chiến tranh và xung đột vũ trang trong tương lai, *"với một ưu thế nào đó về công nghệ, chứ không phải với một mạng gồm các phần tử nhân lực, chiến thuật và hậu cần truyền thống"*.

Từ những cách tiếp cận trên, nhìn chung có thể thấy tác chiến mạng trung tâm (NCW) là một dạng thức tác chiến:

- Có tính khả thi nhờ ưu thế thông tin;

- có nội dung là tăng sức mạnh chiến đấu bằng cách ***nối mạng*** [công nghệ thông tin] ***thực thời*** giữa các thiết bị cảm biến (sensor), người chỉ huy và người chiến đấu;

- nhằm mục đích chia sẻ thông tin cảnh báo, tăng tốc độ chỉ huy, uy lực sát thương, khả năng sống còn và tăng thêm mức độ tự đồng bộ hóa.

Phân biệt với các dạng thức tác chiến đã biết

Để nhận dạng tác chiến mạng trung tâm (NCW), ta cũng cần phân biệt nó với các dạng thức tiến hành chiến tranh hiện đại đã biết - tác chiến thông tin (IW/IO) và tác chiến công nghệ cao (HTW - dạng thức nòng cốt của chiến tranh công nghệ cao). Điểm giống nhau giữa các dạng thức tác chiến NCW và IW/IO là ở chỗ chúng cùng dựa trên mạng thông tin/ công nghệ thông tin. Song khác biệt giữa chúng là nếu như trong dạng thức tác chiến mạng trung tâm NCW, mạng thông tin được sử dụng cho hệ thống chỉ huy tự động hóa C^3I, tức là mạng được dùng làm phương tiện bảo đảm chỉ huy chiến đấu; thì trong tác chiến thông tin IW/IO, mạng công nghệ thông tin vừa là phương tiện tác chiến, đối tượng tác chiến, cũng vừa là môi trường tác chiến. Đây là khác biệt cơ bản giữa tác chiến mạng trung tâm với tác chiến thông tin.

Giữa tác chiến mạng trung tâm với tác chiến công nghệ cao (HTW) dễ có sự lẫn lộn, vì lẽ chúng cùng dựa trên công nghệ thông tin nói chung, mạng công nghệ thông tin nói riêng. Tuy nhiên, điểm khác biệt cơ bản song khá tinh tế giữa chúng là tác chiến mạng trung tâm dựa trên mạng công nghệ thông tin cao tốc - công nghệ hiện đại nhất hiện có, nhằm thực hiện ***trao đổi thông tin cận thực thời và tiến tới thực thời***, từ đó tạo ra bước đột biến trong quá trình chỉ huy quân đội và điều khiển vũ khí, dẫn tới những thay đổi về chất của chiến tranh và xung đột vũ trang.

Tóm lại, tác chiến mạng trung tâm đang được coi là bước phát mới nhất, cao nhất của tác chiến công nghệ cao, là dạng thức tác chiến của Thế kỷ XXI.

CÁC THÀNH TỐ CÔNG NGHỆ

Cũng theo sách ***Tác chiến lấy mạng làm trung tâm*** của David S. Albert và cộng sự, tác chiến mạng trung tâm là thành quả của những đột phá trong bốn lĩnh vực công nghệ - sensor, xử lý dữ liệu, truyền tin và công nghệ vũ khí điều khiển chính xác.

Công nghệ hiện đại đã tạo ra những sensor, một mặt có năng lực mạnh hơn bao giờ hết, mặt khác ngày càng nhỏ nhẹ và rẻ tiền. Kết hợp lại, chúng đã cho phép kiểm soát chiến trường ở mức độ mà hai thập kỷ trước người ta không thể tưởng tượng ra. Những vệ tinh trinh sát có độ phân giải 5m của đầu những năm 90 đã và đang được thay thế bằng những vệ tinh có độ phân giải 5cm, tức là đủ sức nhận dạng từng người lính trên chiến trường với từng loại vũ khí trên tay. Trong khi đó, những vệ tinh cồng kềnh nặng hàng tấn với chi phí phóng hàng chục triệu đô la đang được thay thế bằng vệ tinh mini cỡ vài trăm kilogam, phóng với giá 1-2 triệu đô la, và tiếp đó là vệ tinh micro với khối lượng vài chục kilogam, với giá 100-200 ngàn đô la.

Song song với điều đó, năng lực thu thập dữ liệu cũng không ngừng tăng lên. Cuộc cách mạng điện tử, cái đã đặt chiếc máy tính có sức mạnh lớn hơn bao giờ hết vào hàng triệu ngôi nhà và văn phòng làm việc, cho phép người ta xử lý, đối chiếu và phân tích các dữ liệu sensor hầu như với lượng bất kỳ, rồi sau đó chuyển thông tin và mệnh lệnh trong khung thời gian cận thực thời tới bất kỳ nơi nào cần.

Trong lĩnh vực vũ khí, các thiết bị điện tử, máy móc đạo hàng giá thành hạ như Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) và các kỹ thuật chế tác 'tinh xảo" hiện đại đã khiến cho vũ khí có điều khiển ngày càng có năng lực hơn và chính xác hơn so với bất kỳ lúc nào trong quá khứ. Những vũ khí chính xác cao dẫn bằng GPS (như bom JDAM, tên lửa JSOW, được coi là vũ khí chính xác cao thế hệ II), không chỉ chính xác, không phụ thuộc thời tiết, mà còn bảo đảm tính bảo mật và do đó tính bất ngờ trong sử dụng. Hơn thế, chúng có chi phí chế tạo, và do đó chi phí sử dụng thấp ngoài sức tưởng tượng. Một quả bom JDAM trên cơ sở bom Mk 82 với giá 20.000 đô la có uy lực không kém một tên lửa hành trình Tomahawk 100.000 đô la. Người ta cho rằng những vũ khí có điều khiển giá thành hạ như JDAM của Boeing đóng một vai trò quan trọng trong tác chiến mạng trung tâm, bảo đảm rằng có thể công kích mục tiêu một cách nhanh chóng, đồng thời giảm đến thấp nhất các hư hại phụ.

Một lực lượng mạng trung tâm sẽ có khả năng chia sẻ và trao đổi thông tin giữa các phần tử phân tán nhau về địa lý. Những phần tử này gồm:

- các xenxơ, bất kể quân chủng sở hữu chúng hoặc phương tiện mang chúng là gì;

- người ra quyết định, bất kể vị trí không gian và vùng thời gian của họ;

- các tổ chức hậu cần và bảo đảm, bất kể vị trí không gian của chúng;

- xạ thủ, bất kể thuộc quân chủng nào, ở vị trí nào hoặc trên phương tiện mang phóng nào.

Ở nơi mà trong lĩnh vực truyền thống các chuyến bay trinh sát được tiến hành theo những khoảng đều đặn theo yêu cầu của nhà hoạch định, thì tác chiến mạng trung tâm sẽ đòi hỏi giám sát suốt ngày đêm. Có thể làm điều đó bằng cách sử dụng những máy bay giám sát rađa như E-8 Joint Stars, Astor hoặc những máy bay không người lái bay lâu như Predator, Global Hawk, hoặc Watchkeeper mới được đặt chế tạo gần đây.

TÁC CHIẾN MẠNG TRUNG TÂM ĐEM LẠI GÌ?

Mục tiêu

Như đã nêu, trong dạng thức tác chiến mạng trung tâm, đang tồn tại những nhu cầu thiết yếu đối với hệ thống truyền tin và nhất là các sensor trong việc cung cấp thông tin đầy đủ và kịp thời tiến đến thực thời. Đã có đòi hỏi giám sát chiến trường suốt không gian và thời gian. Đã có đòi hỏi trinh sát thực địa tỷ mỷ, cả trước cũng như sau trận đánh. Chính những nhu cầu này đã khiến hệ thống chỉ huy và điều khiển tự động hóa từ cấu hình C^3I chuyển thành C^4ISR. Đã xuất hiện những hệ thống C^4ISR, mà một điển hình đầu tiên trong số đó là hệ thống Chỉ huy chiến đấu Lực lượng XXI Lục quân Mỹ [dùng cho] từ cấp lữ đoàn trở xuống (FBCB2). Trong cuộc xâm lược Iraq năm 2003, hệ FBCB2 đã được sử dụng trên một số xe chiến đấu Bratley và xe tăng chủ lực M1A1 Abrams. Hệ cho phép tự động cập nhật thông tin thường xuyên, kể cả thông tin về vị trí quân địch và quân nhà trên bản đồ số, thay cho bản đồ trên giấy và báo cáo thường xuyên bằng điện thanh truyền thống.

Tác chiến mạng trung tâm cũng làm tăng thêm nhu cầu bảo vệ phương tiện trinh sát, mà nếu không có, thì những máy bay trinh sát có cũng như không người lái chỉ có thể chọn phương án rút chạy, nếu không muốn bị đối phương tiêu diệt. Người ta cho rằng, đây là một thực tế, nhất là khi Nga đã phát triển xong và đem xuất khẩu mẫu tên lửa phòng không tầm xa thế hệ mới KS-172 Novator, tầm bắn tới 300-400 km.

Vì dựa trên mạng thông tin, tác chiến mạng trung tâm cũng làm tăng thêm nhu cầu chống nhiễu - một nhu cầu thuộc lĩnh vực tác chiến điện tử (EW), cũng như nhu cầu chống phá hoại thông tin - lĩnh vực tác chiến thông tin. Có ý kiến cho rằng quan niệm của Bộ quốc phòng Mỹ về tác chiến mạng trung tâm có thể đã đánh giá thấp năng lực tiềm tàng của các kẻ địch tương lai trong việc tước đoạt các sensor cung cấp thông tin. Thậm chí, nếu sensor có khả năng hoạt động trong nhiễu thù địch, thì một kẻ địch được trang bị thoả đáng vẫn có thể dùng các kỹ thuật đánh lừa nhằm làm sai lạc khả năng nhận biết tình huống của những lực lượng này.

Tác chiến mạng trung tâm không chỉ đơn thuần là vấn đề tạo ra một phương tiện quân dụng cơ động cao có tác dụng tương đương mạng Internet. Nó hàm ý một phương thức tiến hành chiến tranh mới, và đề cập tới cái gọi là *sương mù chiến tranh.*

Triển vọng là nó sẽ cho phép tiến hành chiến đấu quy mô lớn với lực lượng tương đối nhỏ, phân tán hơn và cơ động hơn, một lực lượng hiện đang được định hình tại nhiều nước, khiến cho chúng có hiệu suất chiến đấu vượt ra ngoài quy mô của mình.

Theo một báo cáo của Cơ quan nghiên cứu Quốc hội Hoa kỳ (CRS) tháng 6/2004, tác chiến mạng trung tâm có các mục tiêu:

- tự đồng bộ hóa, hoặc tiến hành những cái cần làm mà không cần những mệnh lệnh truyền thống;

- hoàn thiện năng lực nắm bắt ý đồ của chỉ huy cấp trên;

- hoàn thiện năng lực nắm bắt tình huống tác chiến tại mọi cấp chỉ huy;

- tăng cường năng lực nắm bắt kiến thức tập thể của mọi lực lượng Mỹ (và đồng minh).

Hướng tới một chu trình chỉ huy liên tục

Chiến lược gia Mỹ John Boyd đã đề xuất khái niệm *vòng Ooda*, một chu trình gồm bốn quá trình chiến đấu - Quan sát, Định hướng, Quyết định và Hành động - để cắt nghĩa quy trình chỉ huy các lực lượng quân sự. Trong quá khứ, trình tự bốn giai đoạn này đã tác động tới hoạt động chiến đấu diễn ra dưới hình thức những bước nhảy gián đoạn về hành động. Giai đoạn hành động xen kẽ với giai đoạn phi hành động tương đối, mà trong đó các lực lượng chuẩn bị cho hành động tiếp theo thích ứng với kết quả đã (hoặc không) đạt được do hành động trước đó.

Những người đề xướng luận thuyết tác chiến mạng trung tâm coi khái niệm này là tạo khả năng đẩy nhanh vòng Ooda của các lực lượng nhà tới mức hành động chiến đấu trở thành liên tục, và làm cho vòng Ooda của đối phương bị giữ chậm tới mức không thể phản ứng có hiệu quả. Các đơn vị chiến đấu được cảnh báo tình hình chính xác sẽ không cần dừng lại và quyết định cái phải làm tiếp theo, mà sẽ liên tục hành động theo mục tiêu đã hoạch định, trong khi đối phương bị áp đảo bởi tốc độ tiến triển chiến đấu.

22 - VŨ KHÍ TRUYỀN THỐNG CỦA DÂN TỘC VIỆT NAM

Có thể hiểu vũ khí trang bị truyền thống của dân tộc ta là những vũ khí trang bị hình thành và phát triển trong lịch sử hàng ngàn năm dựng nước và giữ nước. Trong khuôn khổ những khảo cứu có được, có thể giới hạn xem xét vấn đề vũ khí trang bị truyền thống của dân tộc trong hai thời kỳ lớn: từ thời đại Đông Sơn-Hùng Vương cho tới trước 1848, khi nước ta bắt đầu mất chủ quyền; và từ 1848 đến nay, đặc biệt là trong thời kỳ được định danh bằng thời đại Hồ Chí Minh, với hai cuộc kháng chiến đánh thắng "hai đế quốc to", như cách nói của chủ tịch Hồ Chí Minh. Cách phân chia này có những cơ sở về lịch sử và nhất là lịch sử công nghệ trong cũng như ngoài nước.

Trong lịch sử Thế giới mỗi dân tộc có những bộ vũ khí tương đối riêng biệt. Điều làm nên cái độc đáo khác biệt ấy là do những hoàn cảnh đặc trưng của mỗi tộc người. Chẳng hạn, từ những di chỉ khảo cổ cho thấy, trong thời đại Đông Sơn-Hùng Vương dân tộc ta đã có một bộ vũ khí khá hoàn chỉnh, từ đánh xa-nỏ, đánh gần-giáo, mác, và cận chiến-gươm, đoản kiếm, dao găm. Do đặc thù tác chiến trên vùng sông nước, lầy lội, cây giáo dài được sử dụng như một phương tiện khá vạn năng, từ chiến đấu, chống thuyền, đến gậy nhảy để di chuyển từ bờ lên thuyền và ngược lại. Dao găm cũng được trang bị và sử dụng rộng rãi, như một vật tuỳ thân cho cả nữ và nam, mà một trong những chức năng không thể thiếu là để tự vệ chống các loài vật hoang dã dưới nước, kẻ thù thường trực của người Việt cổ.

Trong lịch sử, sống tại một trong những nôi khai sinh ra loài người hiện đại, đồng thời nằm trên một trong các trục giao lưu lớn cũng như thiên di cả theo đường biển lẫn đường bộ của loài người, và do đó, vừa là nơi hội tụ điều kiện phát triển kinh tế và văn hoá vừa là đối tượng thường xuyên phải đối đầu với chiến tranh xâm lược, dân tộc Việt vốn có truyền thống lâu dài trong chế tác vũ khí. Trong thời đại

Đông Sơn-Hùng Vương, ít nhất người Việt có cơ sở vật chất chứng minh là chủ nhân của hai loại phương tiện chiến tranh là nỏ liên Châu và trống đồng. Nỏ liên Châu bắn một lần nhiều tên với mũi tên đồng ba cạnh được thừa nhận là một sản phẩm đặc hữu của người Việt (*và trong kho tàng huyền thoại Thế giới, duy chỉ Việt Nam có cổ tích và kho thần tích nỏ thần, với những tên đất- Kim Nỗ, Cường Nỗ, Kính Nỗ, Uy Nỗ,...- và tên người- Cao Lỗ- trên Thế giới không nơi nào có*). Trống đồng được coi không chỉ là một phương tiện phục vụ hoạt động thông tin chỉ huy, mà còn được sử dụng với vô số chức năng khác, trong đó có việc dùng làm bàn tính (*"Hà đồ"- bàn tính tối cổ, có thể dùng cho cộng trừ nhân chia- trên mặt trống thể hiện quan niệm ngoài/ trời tròn trong/ đất vuông, khác hẳn với cách thể hiện trong tròn ngoài vuông của Hà đồ Trung Hoa cổ*) và nhất là dùng làm la bàn phi từ tối cổ cho đi biển (*Sử dụng chung với thạp đồng theo cách trống được đặt úp, nổi lập lờ trong thạp đựng nước; dùng các mũi hình sao trên mặt trống ổn định hóa để chỉ hướng và dùng mặt nước trong thạp để ổn định theo phương nằm ngang. Có từ thời đại đồ đồng tức là trước khi có kim chỉ nam, một phương tiện định hướng cổ do người Sở- một tộc thuộc Bách Việt – sáng tạo*).[1]

Trong thời đại phong kiến độc lập tự chủ, Việt Nam cũng là một Quốc gia hùng mạnh, nôi khai sinh ra nhiều vũ khí trang bị tiên tiến đương đại. Ngay từ thời Lý, nước Đại Việt đã có những hạm đội hùng mạnh trong khu vực (Một thí dụ, các hạm đội của các hoàng tử nhà Lý đủ sức vượt biển sang cư trú chính trị tại Nhật Bản và Cao Ly). Và đến Thế kỷ XVIII, mặc dù không có những chiến hạm lớn, mang hàng trăm pháo như của các nước phương Tây, song đội thuyền chiến Tây Sơn, và thuyền chiến Việt Nam nói chung, vẫn là một đối thủ đáng gờm trên biển. Có ý kiến cho rằng, chính vì học được cách đóng thuyền có dáng thuôn dài với nhiều khoang chống đắm của Việt Nam, mà Anh đã nổi lên thành một cường quốc hải quân, đánh thắng cả hạm đội Vô địch của Tây Ban Nha, trở thành bá chủ trên đại dương Thế giới. Về vũ khí đánh xa, ngay từ thời Lý Đại Việt đã có nhiều vũ khí lợi hại, mà một điển hình là thạch pháo, dùng dàn phóng bằng cần tre để phóng đạn là những tảng đá lớn. Khác với thạch pháo của Trung Quốc và các nước phương Tây thịnh hành cho đến tận Thế kỷ XV, thạch pháo Đại Việt không chỉ có tầm bắn xa mà còn có khả năng cơ động hỏa lực dễ dàng, điều cho phép đánh các mục tiêu cơ động như hạm thuyền trên sông, mà vai trò của các dàn thạch pháo trên sông Như Nguyệt là một minh chứng rõ ràng. Trong lĩnh vực hỏa khí, Đại Việt còn có một vũ khí nổi tiếng khác là thần sang cơ pháo, do Hồ Nguyên Trừng sáng chế vào Thế kỷ XIV. Thực chất, thần sang cơ pháo chỉ là một loại pháo nhẹ chứ không phải là pháo lớn. Song bí quyết của nó là có nòng dài, cho phép bắn xa và chính xác; được gá vào trụ cố định trên thuyền để triệt tiêu lực giật hậu; và nhất là được gá vào bệ bằng một bộ gá khớp động, cho phép dễ dàng thay đổi tầm và hướng bắn. Với kết cấu như vậy, thần sang cơ pháo là một hỏa khí chuyên dùng lợi hại trong hải chiến. Đến tận Thế kỷ XVIII, đội tàu buồm mang đại pháo của các cường quốc phương Tây tiên tiến nhất cũng không có vũ khí nào tương tự. Ngoài những vũ khí trên, Việt Nam còn được biết đến với những vũ khí và cách sử dụng vũ khí lợi hại và sáng tạo; chẳng hạn, quân Tây Sơn có khinh pháo đủ nhẹ để đặt trên mình voi và đặc biệt có hỏa hổ hay hỏa cầu lưu hoàng-một vũ khí lợi hại cả trong bộ chiến và thuỷ chiến.

Sơ lược vài nét như vậy để thấy dân tộc ta có một truyền thống chế tạo binh khí dày dặn. Trong điều kiện đất không rộng, người không đông, ưu thế trình độ binh khí có thể được coi là một trong những yếu tố đáng kể giúp Đại Việt đánh thắng các thế lực quân sự hơn hẳn về sinh lực trong những Cuộc chiến tranh bảo vệ đất nước trong thời Đông Sơn - Hùng Vương cũng như trong thời phong kiến tự chủ.

---

(1) Gần đây, Trung Quốc có đưa hình ảnh trống đồng lên phim ảnh, như một cách chứng minh gián tiếp rằng trống đồng là sản phẩm của Trung Quốc nói chung, của người Hán nói riêng. Song, đến tận những năm 40 S. CN, khi đem quân đàn áp cuộc khởi nghĩa Hai Bà Trưng, Mã Viện đã đem trống đồng về chỉ để dùng vào hai việc - đúc ngựa và "đồng trụ", chứ dường như không biết đến những công năng phong phú của nó.

Chính sách bế quan toả cảng do tình trạng thua kém về kỹ thuật, một tình trạng phổ biến ở các nước phương Đông, mà một trong những hệ quả tất yếu của nó là mất khả năng bắt kịp về kỹ thuật, công nghệ và trình độ sản xuất nói chung, đã dẫn đến sự thua kém về vũ khí trang bị tại đây, kể cả với Việt Nam. Đó là nguyên nhân chính dẫn đến mất chủ quyền Quốc gia ở những mức độ khác nhau, và tình trạng này lại khiến cho nền sản xuất vũ khí trang bị trong nước bị què quặt, mất tự chủ, không chỉ về công nghệ mà cả về năng lực chế tác, phần lớn chỉ dừng ở mức sửa chữa vừa và nhỏ.

Tuy nhiên, phải thấy rằng chính trong bối cảnh đó, vũ khí trang bị truyền thống cũng như kinh nghiệm chế tác truyền thống đã được khai thác triệt để nhằm vũ trang cho các lực lượng cách mạng và giải phóng. Tình hình đó đã diễn ra trên hầu như tất cả các nước thuộc địa và phụ thuộc, trong đó có Việt Nam. Mặt khác, những vũ khí truyền thống, kể cả vũ khí thô sơ một khi được sử dụng rộng rãi trong một thế trận chiến tranh nhân dân đã tạo nên sức mạnh cho phép đánh thắng cả những kẻ thù có ưu thế hơn hẳn về vũ khí và công nghệ vũ khí.

23 - VŨ KHÍ TỰ TẠO

Trong điều kiện chiến tranh hiện đại, không quân đội nước nào có thể thiếu các phương tiện chiến tranh hiện đại. Đó là điều chắc chắn. Song cũng không thể chỉ dựa vào vũ khí trang bị hiện đại, nhất là những Quốc gia thuộc Thế giới thứ ba, nơi không chỉ thua kém về vũ khí mà cả công nghệ vũ khí, và nhất là không đủ năng lực kinh tế và nguồn nhân lực KH-CN để làm chủ vũ khí trang bị hiện đại, công nghệ cao. Trong bối cảnh đó, để tiến hành đấu tranh vũ trang tất yếu phải dựa vào sức mạnh toàn dân, toàn diện, và trong lĩnh vực trang bị còn phải dựa vào những vũ khí có trình độ công nghệ tương đối thấp, kể cả vũ khí thô sơ. Trong đa số các trường hợp, nhất là trong giành chính quyền, chống xâm lược và chiến tranh giải phóng, chúng là những vũ khí được tự chế tạo hay vũ khí tự tạo.

KHÁI NIỆM VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VŨ KHÍ TỰ TẠO

Như tên gọi, vũ khí tự tạo là vũ khí do người sử dụng, hay nói rộng ra là lực lượng sử dụng, tự chế tạo lấy. Đó là một lực lượng không chuyên, và cách chế tác như vậy gợi nhắc về thời đại trước cách mạng công nghiệp.

Nên phân biệt vũ khí tự tạo với vũ khí tiêu chuẩn, là các loại vũ khí được chế tạo qua một quá trình nghiên cứu và triển khai (R&D) tiêu chuẩn, thường được thực hiện ở các nước công nghiệp hóa. Mặt khác, cũng phải phân biệt cách gọi vũ khí tự tạo với vũ khí tự chế, là thuật ngữ để chỉ những vũ khí do một Quốc gia, thường là Quốc gia nhược tiểu, có nền sản xuất, nói chính xác hơn, nền công nghiệp cũng như trình độ khoa học - công nghệ tương đối thấp tự chế ra. Cách gọi này để phân biệt với vũ khí do các cường quốc công nghiệp thiết kế và chế tạo.

Trên thực tế, rất khó phân định ranh giới giữa vũ khí tự tạo và vũ khí tự chế. Nhiều trường hợp, cách phân định chỉ mang tính quy ước. Chẳng hạn, ở nước ta nhiều loại lựu đạn, thủ pháo và mìn được chế tác với mẫu mã đa dạng, tuỳ vật liệu sẵn có, trình độ của người chế cũng như tuỳ nhu cầu sử dụng, chứ không nhất thiết tuân theo những tiêu chuẩn thiết kế, hình mẫu cứng. Đây cũng là nét đặc trưng trong chế tạo vũ khí ở các Quốc gia đang phát triển, chứ không riêng Việt Nam.

Sự ra đời của vũ khí tự tạo trước hết xuất phát từ nhu cầu vũ trang nói chung, trong nổi dậy, khởi nghĩa và chiến tranh nhân dân. Trong những trường hợp như vậy, nhiều vũ khí truyền thống, thậm chí cả những công cụ phục vụ nhu cầu đời sống, đặc biệt là các công cụ săn bắt, chống thú rừng, như chông, thò, cung tên, dao phát,... đều có thể được huy động, sử dụng làm vũ khí. Mặt

khác, có một thực tế là mỗi chiến trường có những nhu cầu tác chiến cụ thể, tuỳ thuộc mục tiêu cần đánh và cách đánh, mà không phải bao giờ vũ khí tiêu chuẩn đã có cũng có thể đáp ứng. Sự xuất hiện của các loại lượng nổ tác dụng định hướng như FT, pêta, thời kháng chiến chống thực dân Pháp là những thí dụ cụ thể về những vũ khí tự tạo như thế.

Xét lịch sử, như đã nêu, trong thời cổ đại và trung đại không hề có khái niệm vũ khí tự tạo, và bản thân vũ khí hiểu theo nghĩa hẹp như là một công cụ để chống lại con người, vốn cũng ra đời từ các công cụ sản xuất đặc thù - công cụ săn bắn và hái lượm. Chẳng hạn, côn nhị khúc bắt nguồn từ néo và gậy đập lúa, và trên thực tế nhiều khi không hề có phân định rạch ròi giữa phương tiện săn bắt và chiến đấu, chẳng hạn, giáo mác, cung, nỏ,... Bộ vũ khí đó là khá đa dạng, khác nhau về công dụng, cũng như về công cụ gốc, hay gọi theo ngôn ngữ hiện đại là nguồn gốc xuất xứ. Chẳng thế mà, trong những tiêu chuẩn của một "hảo hán," dù có là chiến binh hay không, là phải thông thạo "thập bát ban võ nghệ".

Cách gọi, hay nói rộng ra, khái niệm về vũ khí tự tạo chỉ ra đời và tồn tại trong thời đại công nghiệp, khi công nghiệp binh khí đã thành một ngành riêng, một khu vực sản xuất riêng trong nền kinh tế; khi vũ khí, và nói rộng ra vũ khí trang bị quân dụng đã được tiêu chuẩn hoá. Đó cũng là khi, quá trình R&D quân dụng đã trở thành một quy trình tiêu chuẩn, cho phép đưa ra các mẫu vũ khí với những tính năng ngày càng cao, được chế tạo với tính đồng nhất cao và nhịp độ ngày càng lớn. Tuy nhiên, cả trong bối cảnh đó vũ khí tự tạo vẫn không hề mất chỗ đứng. Một thí dụ là súng trường Cao Thắng, dù chế tác tại lò rèn thủ công, song trừ việc không có khương tuyến, nó được các kỹ sư Pháp cho là không hề kém tinh xảo so với vũ khí "chính quốc". Một dạng vũ khí tự tạo khác, đó là những vũ khí chế tạo đơn chiếc, thậm chí là duy nhất, song có tác dụng lớn lao không kém, chẳng hạn, vũ khí làm nên "tiếng bom Sa Điện" của liệt sỹ Phạm Hồng Thái.

PHÂN LOẠI VŨ KHÍ TỰ TẠO

Trước hết, phải thấy rằng hoàn toàn có thể áp dụng các tiêu chí phân loại kinh điển cho phân loại vũ khí truyền thống cũng như vũ khí tự tạo nói chung. Chẳng hạn, vũ khí tự tạo hoàn toàn có thể được phân thành vũ khí lạnh/ bạch binh, và vũ khí nóng/ hỏa khí. Trong loại hình vũ khí tự tạo, có lẽ vũ khí lạnh là đa dạng, phong phú và cũng phổ biến nhất. Và giữa các vũ khí lạnh tiêu chuẩn và tự tạo thì vũ khí lạnh tự tạo có số chủng loại phong phú hơn nhiều. Đây là điều dễ hiểu, khi vũ khí tiêu chuẩn được thiết kế chế tạo từ một số cơ sở hữu hạn, trong khi vũ khí tự tạo là "sản phẩm của trăm nhà". Trong lĩnh vực vũ khí nóng - súng đạn, bom, mìn... thì tình hình cũng tương tự. Còn có thể phân loại vũ khí tự tạo theo nhiều tiêu chí khác, chẳng hạn theo phương thức mang phóng có các loại: phóng lạnh (cung, nỏ, súng cao su), phóng nóng (lượng nổ, súng pháo, tên lửa); theo trình độ điều khiển, có các loại:không điều khiển, điều khiển bằng dây, điều khiển điện, điều khiển điện tử,...

Tuy nhiên, nhằm mục đích khảo sát vũ khí tự tạo, ta có thể phân loại theo mức độ tự tạo. Theo đó, có thể chia vũ khí tự tạo thành ba lớp lớn: vũ khí hoàn toàn tự tạo, nửa tự tạo và cải biên.

Lớp vũ khí hoàn toàn tự tạo chủ yếu gồm các vũ khí thô sơ, như chông, thò, cung nỏ, giáo mác... Về cơ bản đây là những vũ khí truyền thống và việc chế tác không đòi hỏi công cụ công nghiệp, chuyên dùng.

Lớp vũ khí nửa tự tạo gồm một phổ rộng các vũ khí khác nhau về mức độ tự tạo/mức độ công nghiệp hóa, từ sử dụng một vài nguyên liệu, tới sử dụng cấu kiện sản xuất hàng loạt. Chẳng hạn, một thí dụ phổ biến trong kháng chiến chống Mỹ là lắp kíp nổ lên đạn pháo lép của địch để làm mìn bẫy. Một cách làm còn phổ biến hơn trong dân chúng, là sử dụng đạn nhọn chưa nổ các cỡ của địch để tạo bẫy đạp.

Lớp thứ ba là vũ khí cải biên, tức là hoàn toàn sử dụng các bộ phận, chi tiết của vũ khí tiêu chuẩn, song chỉ sửa đổi hoặc thay đổi lại cách tổ hợp để tạo tính năng mong muốn theo mục đích sử dụng. Một trong những thí dụ điển hình về vũ

khí tự tạo thuộc lớp này là việc bộ đội đặc công Việt Nam sử dụng động cơ phóng của pháo phản lực H-12 mang đầu đạn 2 tạ thuốc nổ để đánh giang thuyền.

Việc phân loại vũ khí tự tạo như vậy xuất phát từ nhu cầu chiến đấu thực tiễn. Nó cho ta thấy một phần con đường đi, con đường phát triển của một vũ khí từ tự tạo đến tiêu chuẩn hóa, công nghiệp hóa.

ĐẶC ĐIỂM CỦA VŨ KHÍ TỰ TẠO

So sánh vũ khí tự tạo với vũ khí tiêu chuẩn, cũng như vũ khí truyền thống, ta thấy chúng có bốn đặc điểm khác biệt, nổi bật. Đó là tính đa dạng, tính hướng đích, tính địa phương và tính vận dụng.

Tính đa dạng, phong phú là đặc điểm bao trùm của vũ khí tự tạo nói chung, vũ khí tự tạo Việt Nam nói riêng. Tính đa dạng ấy không chỉ thể hiện ở số chủng loại vũ khí, mà còn thể hiện cả về vật tư sử dụng, hình thức (mẫu mã), nguyên lý khoa học được ứng dụng và cách tổ hợp các bộ phận, chi tiết tạo thành một hệ thống vũ khí. Chỉ riêng để tạo cơ cấu giữ chậm/ hẹn nổ cho bom đạn tự tạo, ngoài nguyên lý cơ khí (dây cót quả lắc) còn có khá nhiều nguyên lý khác được vận dụng, như dây cao su (để giữ chốt an toàn/ "mỏ vịt" khi dùng súng cao su/ giàn thun phóng lựu đạn), chất dễ tan trong nước (đường, phèn... để giữ kíp cơ khí dạng chạm nổ trên thủy lôi nổ chậm đánh tàu chiến). Tính đa dạng phong phú ấy bắt nguồn từ tính đại chúng trong hoạt động chế tạo vũ khí tự tạo.

Tính đa dạng còn được coi là tính phi tiêu chuẩn, một đặc điểm phân biệt rõ giữa vũ khí tự tạo và vũ khí công nghiệp. Chính đặc điểm này tạo nên tính độc đáo trong chiến tranh nhân dân, khiến kẻ địch biết rõ nguyên lý tác dụng của từng loại hình vũ khí tự tạo mà vẫn bị bất ngờ khi gặp phải.

Tính hướng đích, nói chính xác hơn, tính ứng dụng hay tính định hướng theo mục đích sử dụng là đặc điểm nổi bật thứ hai của vũ khí tự tạo. Ngoài thí dụ về động cơ đạn phản lực mang lượng nổ lớn nói trên, còn phải kể tới những ứng dụng phong phú khác trong những điều kiện chiến đấu cụ thể, nhiều khi chỉ được sử dụng một lần. Một thí dụ là làm bẫy mìn để chống máy bay lên thẳng với các vật liệu tại chỗ đơn giản như chong chóng, nón lá rách (để tiếp nhận lực quay của rôto máy bay lên thẳng nhằm kích hoạt không lôi/ mìn nổ trên không tự tạo). Một thí dụ khá phổ biến khác là dùng lân tinh trên gỗ mục, đom đóm,... bôi lên đầu ruồi súng để ngắm đích trong đánh đêm.

Tính địa phương, tại chỗ thể hiện ở chỗ sử dụng triệt để mọi vật liệu, phương tiện tại chỗ trong chế tác vũ khí tự tạo. Cũng là cây chông tre, song tuỳ địa phương nó có thể được làm từ tre gai, lồ ô, thân cau, thân dừa. Và nếu như ở đồng bằng thường gặp chông, thò các loại, thì tại miền núi còn thấy mang cung, bẫy đá. Tính địa phương là đặc điểm gắn với truyền thống tự cấp tự túc, tự chế tạo vũ khí cho săn bắt, cũng như cho đánh giặc đã có từ lâu đời của dân tộc ta. Nó cũng gắn với tính đại chúng trong chế tác vũ khí tự tạo.

Tính vận dụng là tinh thần sáng tạo trong triệt để vận dụng tri thức và kinh nghiệm, kết hợp tri thức khoa học với kinh nghiệm chiến đấu và sản xuất trong chế tạo vũ khí đánh giặc. Tính vận dụng được thể hiện trên ba mặt chính: vận dụng kinh nghiệm/ cách làm đã có, vận dụng tri thức công nghệ và tri thức khoa học.

Một thí dụ là việc vận dụng sáng tạo kinh nghiệm mài đít đạn để làm bẫy mìn đạp kể trên. Với cùng nguyên lý mài mỏng bớt lớp kim loại ở đế đạn, song với mỗi loại đạn, mỗi cỡ đạn đều được xử lý cụ thể, tạo ra nhiều loại bẫy đạp khác nhau. Điển hình cho vận dụng công nghệ là chế tạo ngòi hẹn nổ điện tử, máy thu phát vô tuyến điện... bằng các cấu kiện điện tử gỡ từ bom đạn hoặc máy bay, xe chiến đấu của Mỹ nguỵ bị bắn hỏng. Việc vận dụng tri thức khoa học được thể hiện trên khá nhiều mặt. Một thí dụ là việc dùng nước giải chống máy ngửi mùi, dẫn dụ địch vào trận địa chuẩn bị sẵn, điều đã góp phần đánh diệt sư đoàn dù 101 trong kháng chiến chống Mỹ. Trên đường Trường Sơn, vấn đề vận dụng nguyên lý khoa học kỹ thuật đã được thể hiện trong những giải pháp sáng tạo, như dùng mảnh bom, lưỡi cầy hỏng,...

để phá bom từ trường. Trên miền Bắc những năm đó, thuỷ lôi từ trường đã bị phá không chỉ bằng canô phóng từ mà cả bằng những vòng dây tạo từ trường bằng dòng điện từ ắcquy, cách làm cực rẻ về chế tác/ công nghệ song đòi hỏi nắm được sâu sắc nguyên lý khoa học kỹ thuật. Và những người sử dụng ong vò vẽ đánh giặc trước hết là những nhà nghiên cứu chân đất, nắm vững tập tính sinh học của loài ong.

TRÌNH ĐỘ CÔNG NGHỆ CỦA VŨ KHÍ TỰ TẠO

Trong những năm 90 đã xuất hiện một số công trình nghiên cứu về trình độ công nghệ của vũ khí trang bị Việt Nam, trong đó có một phần không nhỏ dành cho vấn đề xem xét vũ khí tự tạo nói chung, vũ khí truyền thống nói riêng. Một điều bất ngờ rút ra từ những công trình này là vũ khí tự tạo có trình độ công nghệ không hề thua kém so với những vũ khí tiêu chuẩn ta đang có. Để làm rõ vấn đề này, ta phải xem xét trình độ công nghệ, nói cụ thể hơn, hàm lượng Khoa học - Công nghệ, hay theo cách nói thường gặp hiện nay là "hàm lượng chất xám" của vũ khí tự tạo. Để làm điều đó, ta thử xem xét trình độ công nghệ của vũ khí tự tạo trong bốn lĩnh vực chính: công nghệ vật liệu và cấu kiện, công nghệ chế tạo, nguyên lý khoa học nói chung, khoa học kỹ thuật nói riêng được ứng dụng và vai trò của hoạt động phổ biến các tính toán, thiết kế và chế tác của các cơ sở thiết kế và sản xuất quốc phòng trung ương.

Công nghệ vật liệu và cấu kiện. Như đã nêu, có thể thấy vật liệu và cấu kiện cho chế tạo vũ khí tự tạo Việt Nam là rất đa dạng, nhiều khi có trình độ rất cao về công nghệ. Một thí dụ là việc tận dụng ngòi nổ của bom từ trường Mỹ để tạo thuỷ lôi đánh tàu chiến Mỹ tại Cửa Việt.

Công nghệ chế tạo. Vũ khí tự tạo Việt Nam được chế tạo chủ yếu bằng cách lắp ráp các chi tiết, bộ phận đã có. Nơi chế tạo thường là các xưởng quân giới nhỏ mang tính thủ công, cấp xã huyện, quân khu, hoặc ngay trong đơn vị chiến đấu/ sử dụng.

Nguyên lý khoa học kỹ thuật được vận dụng trong chế tạo vũ khí tự tạo Việt Nam là rất đa dạng. Theo mức độ phổ biến, có thể thấy phổ biến nhất là các kỹ thuật cơ khí, luyện kim; mặc dù cũng có sử dụng các chi tiết cơ khí chính xác (đồng hồ), song không nhiều. Các nguyên lý hóa học cũng được ứng dụng trong một chừng mực nhất định, như áp dụng hiệu ứng ăn mòn của axít, hiệu ứng hoà tan của đường, phèn trong kíp nổ chậm nói trên. Việc ứng dụng các nguyên lý điện, từ, mạch điện tử chưa phổ cập lắm trong chế tác vũ khí và các phương tiện chiến tranh tự tạo ở cấp cơ sở, song với sự hỗ trợ của các cơ sở khoa học - công nghệ Trung ương, các kỹ thuật này đã được khai thác với hiệu quả cao.

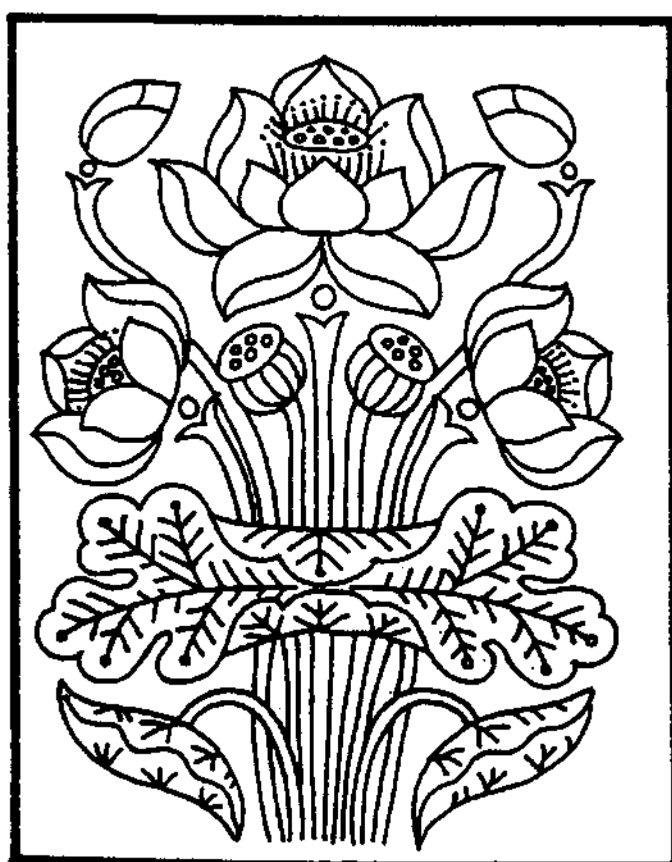
Các cơ sở nghiên cứu và triển khai, hay lực lượng khoa học - công nghệ nói chung, đóng một vai trò quan trọng trong việc tạo khả năng phổ biến cũng như nâng cao trình độ công nghệ cho vũ khí và các phương tiện đấu tranh vũ trang tự tạo. Đây là nơi thiết kế, xây dựng công thức và phổ biến tri thức về chế tác vũ khí tự tạo, với hàng loạt bản vẽ, số liệu và bảng biểu dễ hiểu, dễ thực hành. Thí dụ dễ thấy là cách tính toán phối bộ để chế tác thủ pháo, mìn chống tăng, lượng nổ đánh tàu thuyền bằng các loại vật liệu nổ khác nhau của ta, cũng như lấy từ bom đạn địch, đã được tư liệu hóa. Những phương pháp chế tác vũ khí tự tạo mang tính đại chúng cũng được phổ biến nhanh chóng, như dàn phóng không lôi (dùng lượng nổ phóng lựu đạn) đánh máy bay lên thẳng, dàn phóng cao su (giàn thun) để phóng lựu đạn.

Các cơ sở nghiên cứu triển khai và sản xuất Trung ương, trong cũng như ngoài quân đội, cũng là nơi chế tạo những chi tiết cơ bản cho các vũ khí tự tạo, như dây cháy chậm, nụ xoè, ngòi số 8. Các cơ sở này còn nghiên cứu triển khai và chế tạo những chi tiết thiết yếu, độc đáo, không thể thiếu cho vũ khí tự tạo Việt Nam, như các loại nam châm chống bom từ trường và làm mìn rùa, ngòi áp suất dùng cho chế tạo thuỷ lôi,...

Song, có lẽ đóng góp lớn nhất của lực lượng khoa học - công nghệ Việt Nam trong nghiên cứu và chế tạo vũ khí tự tạo Việt Nam là chế tạo xe phóng từ, canô phóng từ, những phương tiện kỹ thuật góp phần vô hiệu hóa hầu như toàn bộ số thuỷ lôi của Mỹ trên các cửa sông, cảng biển miền Bắc năm 1972.

THAY PHẦN KẾT

Có một thực tế là, mỗi khi có chiến tranh lại xuất hiện thêm những vũ khí trang bị mới, kể cả vũ khí tự tạo. Một thí dụ là súng cối. Được lực lượng Nga đồn trú tại Lữ Thuận tự chế tạo năm 1905, trong Chiến tranh Nga-Nhật, súng cối đã nhanh chóng được quân đội nhiều nước Châu Âu sử dụng rộng rãi ngay từ Chiến tranh Thế giới I (1914-1918). Đáng chú ý là ngay cả những cường quốc trong điều kiện hiện đại cũng có lúc cần đến vũ khí tự tạo, mà bom GBU-28 được Mỹ chế tác từ nòng pháo vua chiến trường M-203 để làm vũ khí xuyên hầm đáp ứng nhu cầu Cuộc chiến tranh vùng Vịnh 1991 có thể coi là một điển hình. Thế mà trên đất nước Việt Nam, chỉ trong 30 năm (1945-1975) nhân dân ta đã liên tục tiến hành hai Cuộc chiến tranh giải phóng; vì thế không ngạc nhiên nếu nơi đây chính là một trong những cái nôi ra đời của vô số vũ khí, trong đó không thiếu những vũ khí có nguồn gốc tự tạo. Một đơn cử là súng SKZ, được bộ đội ta tự thiết kế chế tạo ngay từ năm 1949. Đây là một vũ khí phóng đạn theo một nguyên lý tiên tiến là nguyên lý đối trọng đavid, cho phép bắn ngay cả từ không gian kín. Vì nhiều lý do, mãi đến những năm 80 của Thế kỷ XX, trên Thế giới mới có mẫu tương tự, là súng chống tăng Apilas do Pháp chế tạo. Một vũ khí khác là pháo phản lực một nòng ĐKB, do Liên Xô chế tạo theo mẫu thiết kế của Việt Nam, một vũ khí phản lực mang vác, dễ cơ động, được chế tạo lại tại nhiều nước trên Thế giới, nhất là các nước đang phát triển. Thậm chí, còn có ý kiến cho rằng mìn định hướng, kể cả mìn cleymore nổi tiếng một thời, vốn bắt nguồn từ một vũ khí khá thô sơ và đặc hữu của chiến tranh nhân dân Việt Nam - đó là súng ngựa trời.



F - NHỮNG CÔNG TRÌNH THẾ KỶ

1. KÊNH ĐÀO SUEZ

Kênh Suez xuyên qua Eo biển Suez lãnh thổ Ai Cập, nối giữa Địa Trung Hải và Hồng Hải được đào vào giữa Thế kỷ XIX. Đây là điểm giao thông trọng yếu nhất giữa Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương.

Kênh dài 162,5 kilômét nếu kể cả đoạn mở ra Địa Trung Hải và Hồng Hải dài 174 kilômét. Năm 1869, mặt Kênh rộng 58 mét, đáy Kênh rộng 22 mét, sâu 6 mét, tàu bè qua lại mất 48 giờ. Qua nhiều lần tu sửa, nạo vét năm 1955 mặt Kênh rộng 135 mét, đáy rộng 50 mét, sâu 13 mét, tàu chở hàng ba vạn tấn và tàu chở dầu 4,5 tấn có thể đi qua. Tàu thuyền đi qua chỉ mất 14 tiếng.

Hành trình	Kilômét vòng qua Châu Phi	Kilômét qua kênh	Giảm
London - Bombay	17.400	10.100	42
Marseille - Bombay	16.000	7.400	54
New York - Bombay	19.000	13.000	31
Odessa - Bombay	19.000	6.800	64

Từ cuối Thế kỷ XVIII, Pháp đã có ý định tìm đường từ Địa Trung Hải qua Hồng Hải để sang Phương Đông nên khi Napoléon Bonaparte chiếm đóng Ai Cập, ông đã phái công trình sư đến thăm dò khả năng đào Kênh qua Eo biển Suez. Đến giữa Thế kỷ XIX, công trình sư Phéc đi năng Dơletxev vốn là cựu lãnh sự Pháp ở Ai Cập rất nhiệt tình với kế hoạch đào Kênh. Ông đã thuyết phục Tổng đốc Ai Cập Xait ký một hợp đồng cho thuê đào và sử dụng Kênh Suez. Hợp đồng ký kết ngày 23 Tháng 10 năm 1854. Đến ngày 5 Tháng 1 năm 1856, hai bên ký một hợp đồng bổ sung quy định: Pháp cung cấp kỹ thuật, Ai Cập cung cấp không bồi hoàn những đất đai dùng để đào Kênh và 4/5 nhân công lao động. Mức lương trả cho nhân công sẽ do công ty đào Kênh quyết định. Sau khi đào xong, Pháp được quyền thuê 99 năm. Ai Cập sẽ được hưởng 15% thu nhập hàng năm của con Kênh.

Năm 1857, Letxev bất chấp sự phản đối của Anh và Thổ Nhĩ Kỳ đã thành lập Công ty Quốc tế vận chuyển biển Kênh đào Suez, với số vốn 200 triệu frăng gồm 400.000 cổ phần, mỗi cổ phần 500 frăng, mở rộng cho bất cứ người nước ngoài nào muốn đầu tư. Do sự bài xích của Anh, nên rất ít nước hưởng ứng, cuối cùng người Pháp mua 207111 cổ phần chiếm 52%, Chính phủ Ai Cập buộc phải mua 177602 cổ phần chiếm 44%, còn lại 4% cổ phần thuộc về người Tây Ban Nha, Hà Lan, Tunisie, Italia.

Sau khi chuẩn bị xong ngày 25 Tháng 5 năm 1859 bắt đầu khởi công. Eo biển Suez vốn là đất cồn bĩa, khí hậu khô nóng, ít mưa thiếu nước ngọt nghiêm trọng, điều kiện lao động cực nhọc, lại thêm dịch bệnh hoành hành khiến người Ai Cập chết rất nhiều.

Ngày 17 Tháng 11 năm 1869, Kênh đào Suez đã hoàn thành. Trải qua 10 năm đào Kênh, Ai Cập phải huy động tới mấy chục vạn nhân công, đào trên 720 triệu khối đất, hy sinh 120.000 người, hao phí 16.860.000 bảng Anh. Sự tốn kém trên đã làm cho tài chính Ai Cập suy sụp.

Sau khi Kênh Suez khai thông, việc quản lý con Kênh nằm trong tay công ty, dưới sự khống chế của Pháp. Về sau, Anh lợi dụng tài chính Ai Cập khó khăn đã mua lại 44% cổ phần với giá 4 triệu bảng Anh. Năm 1882, nước Anh đem quân chiếm đóng Ai Cập, khống chế luôn Kênh đào.

Năm 1888, các cường quốc Châu Âu (không có Anh) họp ở Constantin ra công bố: *Phải bảo đảm an toàn và tự do đi lại trên Kênh.*

Năm 1922, Anh rút quân ra khỏi Ai Cập nhưng vẫn đóng ở Kênh Suez. Năm 1936, lấy cớ bảo vệ Kênh Suez, Anh buộc Ai Cập ký kết *Điều ước đồng minh Anh- Ai Cập* để Anh đóng quân tại đay thêm 20 năm. Trong Đại chiến Thế giới Thứ II, Kênh Suez trở thành căn cứ quân sự của Anh ở Ai Cập.

Năm 1956, quân Anh rút khỏi Kênh đào Suez, kết thúc 74 năm chiếm đóng Ai Cập.

Nhưng quyền kinh doanh con Kênh vẫn trong tay công ty của người nước ngoài.

Ngày 26 Tháng 7 năm 1956, Tổng thống Ai Cập Nátxe tuyên bố quốc hữu hóa Kênh đào Suez. Anh, Pháp muốn giành lại quyền khống chế con Kênh nên đã lôi kéo Israel đem quân tấn công Ai Cập vào ngày 29 Tháng 10 năm 1956. Do sự can thiệp của Liên hiệp quốc ngày 7 Tháng 11 năm 1956, Anh, Pháp, Israel buộc phải rút quân. Tàu thuyền các nước qua Kênh phải nộp thuế theo quy định của Chính phủ Ai Cập.

2 - ĐƯỜNG NGẦM XUYÊN QUA ĐÁY BIỂN MANCHE

Con đường mgầm xuyên qua đáy Biển Manche vừa được Nữ hoàng Anh Elizabet II và Tổng thống Pháp Francois Mitterand cắt băng khánh thành vào ngày 6 Tháng 5 năm 1994. Đây là một công trình đường ngầm vĩ đại có một không hai trên hành tinh từ trước đến nay.

Con đường ngầm này dài 31km, cả hai phía Anh – Pháp đầu tư vào đây tổng cộng 10 tỷ bảng Anh và mất sáu năm xây dựng. Đây là công trình có ý nghĩa trọng đại trong quá trình phát triển hệ thống giao thông toàn Châu Âu. Nó cũng là mơ ước đã mấy trăm năm của nhân dân Châu Âu và bây giờ mới được thực hiện. Từ thời Charles Đại đế, người ta đã nghĩ tới việc nối liền hai bờ biển Anh – Pháp bằng con đường ngầm qua Eo Biển Manche. Đến thời Napoléon cũng đề cập rồi qua Thập kỷ 80 Thế kỷ XIX người ta đã vạch ra một kế hoạch cụ thể hơn, nhưng đã bị Nữ hoàng Anh Victoria bác bỏ vì bà sợ con đường này sẽ dẫn tới sự tiến công của Châu Âu. Năm 1973, hai nước Anh – Pháp lại ngồi họp bàn đào con đường ngầm và chuẩn bị khởi công thì lại bị phía Anh rút lui. Mãi đến Tháng 2 năm 1986, hai nước Anh – Pháp sau nhiều lần làm luận chứng và khảo sát đã chính thức ký quyết định xây dựng đường ngầm và thành lập công ty đường ngầm Châu Âu do tư nhân đầu tư. Thế là ước mơ trăm năm nay đã được thực hiện.

Trong lịch sử, eo biển này đã từng là bức tường chắn tự nhiên ngăn chặn khói lửa của nhiều cuộc chiến tranh ở đại lục không lan sang Quần đảo Anh, khiến cho Napoléon- kẻ đã từng tung hoành ngang dọc Châu Âu phải nuốt nước bọt thở dài. Và nó cũng khiến cho Hitler đã từng xéo nát Châu Âu phải nghiến răng lùi bước. Eo biển, tuy đã nhiều lần bảo vệ nước Anh song nó cũng là chướng ngại cho sự giao lưu giữa nước Anh và Châu Âu. Đặc biệt vào giai đoạn ngày nay khi mà kinh tế và khoa học – kỹ thuật đang phát triển với tốc độ phi thường. Rồi nhu cầu đẩy mạnh sự giao lưu kinh tế toàn Châu Âu vô cùng cấp thiết. Do đó, Biển Manche thực sự đã trở thành vật cản nghiêm trọng.

Công trình đào đường ngầm qua Eo Biển Manche là công trình vĩ đại và tốn kém. Ba con đường ngầm được đào dưới độ sâu của đáy biển là 45m. Hai con đường chính hai bên là đường vận chuyển. Ở giữa là con đường cứu nạn dặt các thiết bị tu sửa và để chuyển vận hàng hoá hoặc sơ tán hành khách khi xảy ra sự cố. Giữa hai con đường chính có hai điểm hội tụ, mỗi điểm dài 150m, rộng 8m, cao 9m, lúc có sự cố tàu có thể quan điểm hội tụ để chuyển sang đường bên kia. Một đầu của đường ngầm là Ga Folkestone của nước Anh. Toàn bộ đất đá đào trong con đường này lên tới 17 triệu mét khối do 11 máy đào cực lớn phụ trách. Vách tường hầm được trát một lớp bê tông dày 1,5 mét và được gắn một lớp đá litô, toàn bộ đá lấy từ một quả núi ở Scotland.

Con đường ngầm này thiết kế cho loại tàu cha. điện rộng 4 mét. Đây là loại tàu điện rộng nhất Thế giới hiện nay. Mỗi chuyến tàu có 12 toa, hai tầng dùng để chứa xe hơi con và 12 toa một tầng dùng để đài tải xe lớn. Đầu và đuôi tàu đều có hai đầu máy chạy điện và lắp thêm toa xe chở hàng. Toàn bộ đoàn tàu dài 800 mét có thể chở được 2100 tấn hàng chạy với tốc độ 160km/giờ. Tất cả sự vận hành của đoàn tàu và mọi tình huống khác đều do máy tính điều khiển và giám sát. Máy tính của đoạn cuối đường tàu đặt ở Ga Calais của nước Pháp. Nhân viên làm việc có thể quan sát toàn bộ đường ngầm qua bức màn hình dài 24 mét. Máy tính giám sát tốc độ chạy tàu và điều chỉnh thời gian tàu chạy theo thời gian biểu. Còn có một cỗ máy tính với công suất lớn điều khiển lưới điện dưới đường ngầm. Để giải quyết vấn đề nhiệt độ trong đường ngầm bị nóng lên do tàu chạy nhanh, người ta lắp đặt hệ thống điều hoà nhiệt độ trị giá 200 triệu đôla. Hệ thống này bao gồm 8 cỗ máy lạnh đặc biệt (có khả năng cung cấp đủ nhu cầu cho 6000 hộ cư dân). Hai đầu của đường ngầm được lắp đặt hệ thống quạt gió với loại cánh quạt có thể điều tiết để luôn luôn đưa được không khí tốt lành vào trong. Hệ

thống thông gió do máy tính điều khiển có thể lấy khói ra ngoài trong mấy phút khi xảy ra sự cố.

Theo tính toán, bắt đầu từ năm 1996, con đường ngầm này mỗi năm vận chuyển 8 triệu lượt khách ngồi xe con, 4 triệu rưỡi lượt khách ngồi xe ca và vận chuyển được 8 triệu rưỡi tấn hàng hoá. Chỉ riêng nước Anh đường ngầm có thể tạo việc làm cho 70 ngàn người.

3 - KÊNH ĐÀO PANAMA

Kênh đào Panama nằm trên lãnh thổ nước Cộng hoà Panama (Trung Mỹ) thông giữa Đại Tây Dương và Thái Bình Dương.

Kênh Panama dài 68 km nếu kể cả hai vịnh ở hai đầu thì dài 81,8 km, Kênh rộng từ 150 đến 304 mét, sâu 13,5 đến 26,5 mét. Kênh Panama đi qua một số sông và hồ nước tự nhiên, mực nước hồ cao hơn mặt biển 26 mét nên người ta phải xây dựng hệ thống bể van để điều tiết mực nước, tàu bè đi qua Kênh như đi qua chiếc cầu nước.

Tàu thuyền đi từ Đại Tây Dương qua Kênh Panama ra Thái Bình Dương, đầu tiên tiến vào một đoạn, Kênh dài khoảng 12 km, rộng 15 mét, sâu 12,6 mét sau đó đi vào hệ thống gồm ba bể van. Người ta đóng mở van để nước đày, tàu thuyền dần cao lên khi qua hệ thống bể van này vào Hồ GaTun thì mực nước đã cao hơn mặt biển 26 mét. Hồ GaTun dài 38 km rộng từ 150 – 300 mét, sâu 13,7 – 26,5 mét, sau đó tàu đi theo hình chữ S tiến xuống phía Đông Nam đến Gamboa để đi vào Kênh đào Culebra. Đoạn Kênh này dài 13 km, rộng 152 mét, sâu 13,7 mét. Sau đó thuyền lại vào hệ thống bể van để hạ tàu thấp xuống tiến vào Hồ Miraflоris, sau đó thuyền lại đi qua hệ thống bể van thứ ba. Hệ thống này gồm hai bể van. Người ta điều khiển van đóng mở để cho tàu hạ xuống dần. Khi qua hệ thống này tàu sẽ đến đoạn Kênh cuối cùng có mực nước thấp ngang mặt biển. Đoạn Kênh này dài 13 km, rộng 150 mét, sâu 13,7 mét.

Tóm lại, trên Kênh Panama được xây ba hệ thống bể van với sáu bể nước có van đóng mở điều tiết nước để cho thuyền lên cao dần rồi từ từ hạ xuống. Cách cấu tạo van đóng mở của sáu bể nước thuận tiện cho tàu bè có thể đi ngược về xuôi. Mỗi bể van chứa tàu dài 305 mét, rộng 33,5 mét, sâu 12,5 mét. Những tàu qua lại chỉ được dài 300 mét, rộng 30 mét, nặng dưới 60000 tấn. Dọc Kênh có hệ thống đèn chiếu cho tàu thuyền suốt ngày đêm có thể đi qua. Mỗi ngày có thể qua lại 18 chiếc tàu, mỗi tàu đi mất 8 giờ. Cộng với thời gian chờ đợi tổng cộng mất 15 giờ, Kênh đào Panama rút ngắn thời gian đi từ Đại Tây Dương sang Thái Bình Dương, tạo thuận lợi cho sự giao lưu giữa bờ biển phía Đông Châu Mỹ và Châu Đại Dương. Ví dụ tàu từ NewYork đến Nhật Bản rút ngắn 5354 km.

Mỗi năm có khoảng 15000 tàu thuyền qua Kênh Panama, chiếm 5% số hàng hoá chở bằng tàu thuyền trên địa cầu. Có khoảng 60 Quốc gia và khu vực sử dụng con kênh này trong đó chủ yếu là Mỹ.

Về lịch sử Kênh Panama vốn là phần đất của nước Cộng hoà Côlômbia từ đầu Thế kỷ XIX. Năm 1878, Chính phủ Pháp được Chính phủ Côlômbia cấp giấy phép cho đào Kênh Panama và đã chính thức khởi công vào năm 1883 đến năm 1899 thì dừng lại vì tài chính khó khăn. Năm 1902 công ty đào Kênh Pháp bán lại cho Mỹ toàn bộ tài sản công ty với giá 40 triệu đôla. Nhưng Quốc hội Côlômbia họp Tháng 8 năm 1903 ra quyết định không cho Mỹ đào Kênh.

Mỹ không chịu bó tay, cuối năm 1903 Mỹ ủng hộ tầng lớp giàu có thân Mỹ ở vùng Eo Biển Panama làm cuộc chính biến tách Panama ra khỏi Côlômbia tuyên bố thành lập nước Cộng hoà độc lập Panama vào ngày 4 Tháng 11 năm 1903, Mỹ ký với Panama: ***Hiệp ước Mỹ - Panama*** với nội dung:

- Mỹ chỉ một lần cho Chính phủ Panama 10 triệu đôla và mỗi năm trả 250000 đôla thuê để đào Kênh.

- Mỹ được quyền sử dụng và chiếm đóng vĩnh viễn khu vực hai bên bờ Kênh mỗi bên vào sâu 8 km (tổng cộng 1432km^2).

- Mỹ có quyền đóng quân và xây công sự ở hai thành phố Panama và Conlon.

Kênh Panama đào trong khoảng 10 năm, từ năm 1904 đến Tháng 8 năm 1914 thì hoàn thành. Tổng đốc khu vực Kênh kiêm Tổng Giám đốc công ty do Tổng thống Mỹ cử.

Trải qua nhiều năm đấu tranh đòi thu hồi Kênh đào của nhân dân Panama, Tháng 9 năm 1977 hai nước ký Hiệp ước *Kênh đào Panama* và *Điều ước*

trung lập vĩnh viễn Kênh đào Panama và kinh doanh Kênh quy định:

- Quản lý Kênh do một hội đồng gồm người Mỹ và người Panama hợp tác.

- Cơ quan tư pháp và di dân của Kênh, hải quan bưu chính trên khu vực Kênh do Chính phủ Panama quản lý kinh doanh.

- Điều ước có hiệu lực đến năm 1999. Sau đó Kênh sẽ được trao trả về cho Chính phủ và nhân dân Panama.

4 - SÂN BAY QUỐC TẾ KANSAI NHẬT BẢN

Lấp biển chỉ có trong truyền thuyết nhưng ngày nay người Nhật Bản lấp biển tạo đảo là câu chuyện có thật. Sân bay Quốc tế Kansai chính là xây dựng trên hòn đảo nhân tạo với tổng diện tích 511 hécta. Nó nằm trên Vịnh Osaka cách đất liền 5 km hình chữ nhật, nhìn từ trên xuống giống như một hàng không mẫu hạm.

Để hoàn thành công trình tạo đảo và sau đó xây dựng sân bay, người Nhật đã phải khổ chiến trong 20 năm với 1500 tỷ Yên phí tổn. Đầu tiên người ta bỏ ra 6 năm với 550 triệu Yên để hoàn thành hòn đảo nhân tạo (bao gồm làm móng xây đê và đổ đất làm đảo).

Đáy biển Osaka có tầng đất nhão dày 20 mét, phía dưới là tầng đất hồng tích dày 400 mét nữa. Muốn làm sân bay phải có móng thật chắc. Các kỹ thuật viên Nhật Bản quyết định đóng một triệu cọc sắt có đường kính 40 cm vào tầng đất nhão, sau đó đổ đất lên gây áp lực cho nước ở dưới tầng đất thoát ra ngoài để tạo móng chắc. Tiếp theo, họ xây dựng một con đê bảo vệ vây lấy vùng biển sẽ xây đảo. Con đê dài 11 km làm trong hai năm gồm: 8666 m đê bằng đá hộc đổ thoai thoải, 1790 m đê bằng những khúc gang cong, 721 m đê bằng các rọ đất đá, ngoài ra còn có 780 đê đóng bằng cọc sắt. Sau khi làm xong con đê này, mới bắt đầu đổ đất cát thành đảo. Trải qua ba năm làm việc ngày đêm không nghỉ, người ta đã đổ vào đó 180 triệu m^3 đất cát, hoàn thành một hòn đảo nhân tạo cao 33 m từ đáy trở lên.

Sau khi làm xong đảo, người ta bắt tay vào xây dựng Sân bay Kansai. Trước đó, Nhật Bản đã mở rộng cuộc thi tuyển các đồ án thiết kế sân bay, cuối cùng họ đã chọn đồ án thiết kế của kiến trúc sư Italia Gien Gio Piano. Sự ưu việt của đồ án này là toàn bộ toà lầu sân bay hầu như không có bêtông mà chỉ là những thanh giằng bằng thép không rỉ lắp ráp với kính màu. Từ trên không trung nhìn xuống toà lầu sân bay trông như con chim lớn đang xoè hai cánh với nóc lầu có hình uốn lượn như sóng. Các mái lầu hạ thấp dần để tăng khả năng quan sát của tháp kiểm tra. Nhìn toàn bộ công trình rất nhẹ nhàng và thanh thoát. Bên trong toà lầu chiều dài 1,7 km có 4 tầng với tổng diện tích 300000 m^2 có 37 hệ thống tam cấp tự động và các phòng thông thoáng bố trí khoa học.

Sân bay Kansai có đường bay dài 3500m, rộng 60m màu xám đen, có khả năng tiếp nhận 160000 lượt máy bay hạ cánh trong một năm. Để tăng cường độ ma sát của đường bay, người ta tạo ra những rãnh nhỏ ngang đường bay tổng cộng có 10320 m rãnh, mỗi rãnh rộng 6mm sâu 6mm.

Hiện nay, Sân bay Kansai phải đối mặt với những khó khăn: sân bay không có vật cản gió cho những máy bay lên xuống. Công ty hàng không Nhật quy định, nếu gặp sức gió vượt quá 13m/s sẽ đình chỉ máy bay lên xuống. Như qua điều tra được biết, Vịnh Osaka những ngày có sức gió 13m/s chỉ chiếm 0,6% của một năm. Khó khăn thứ hai là: sự ăn mòn của muối biển, nước biển thì khỏi phải nói, nhưng gió biển cũng chứa đầy muối. Để chống muối, Nhật đã lắp đặt hệ thống máy lọc muối ở những chỗ thông gió. Song tuổi thọ của máy lọc muối chỉ được một năm nên hàng năm phải thay hàng loạt, mỗi lần thay tốn tới 100 triệu Yên.

Khó khăn thứ ba là sân bay xây dựng trên đảo nhân tạo nên thường xuyên bị lún. Theo tính toán thì sau 30 – 50 năm đảo mới ổn định. Người phụ trách Sân bay đã tính, ở đây nước sâu 18m, đảo cao từ đáy trở lên 33m, bình quân mỗi ngày đảo lún 1mm đến khi ổn định sân bay vẫn cao hơn mặt biển 4m. Hơn nữa đảo có 98 cột lớn làm trụ cho toàn nền đảo, toàn bộ những kiến trúc trên đảo đều mỏng nhẹ nên có thể yên tâm.

Mặc dầu có những khó khăn không nhỏ, nhưng Sân bay Quốc tế Kansai rất tiện lợi. Như lời người phụ trách nói: "*Thông với 4 phương 8 hướng, ra vào thuận tiện*". Thông thường đi máy bay thì nhanh, nhưng muốn ra vào sân bay phải mất thời gian chủ

chuyển. Sân bay Quốc tế Kansai đã cố gắng khắc phục về phương diện này.

Để duy trì mối giao lưu giữa sân bay với bên ngoài, trước hết Nhật Bản cho xây cầu sắt nối liền đảo với đất liền dài 3,7 km. Cầu gồm 2 tầng, tầng trên rộng 30m có 12 đường xe hơi chạy với tốc độ 80km/h, tầng dưới là đường sắt. Cầu có 31 mố cầu mà 29 mố phải xây trên mặt biển. Để xây mố cầu người ta đóng cọc sắt sâu xuống đáy biển 60m. Chiều cao của cầu là 108m. Thuyền bè hàng ngàn tấn có thể qua lại dưới chân cầu. Có chiếc cầu này hành khách có thể đi xe điện, xe hơi từ Osaka, Kiôto, Kôbê... thẳng đến toà lầu của sân bay. Ngoài ra, sân bay còn có tàu thuỷ cao tốc đưa đón khách đến Asaka và các đảo lân cận. Người phụ trách sân bay tự hào nói: "*Sân bay có thiết kế đường bộ và đường thuỷ vào thẳng đến tận nơi thì trên Thế giới này rất hiếm thấy. Ngoài ra, tại Sân bay Kansai hành khách có thể chuyển đổi đường bay Quốc tế và trong nước tuỳ ý, đồng thời chuyển đổi được 22 đường bay nội địa tới các thành phố lớn nhỏ trong nước*".

Do xây dựng Sân bay Kansai với phí tổn quá lớn nên người ta dự tính rằng phải 23 năm sau sân bay mới hoàn được vốn. Hiện nay lệ phí đánh vào các máy bay hạ cánh xuống Sân bay Kansai rất cao. Một máy bay Boing 747 mỗi lần hạ cánh phải nộp 1 triệu Yên, đây là giá đắt nhất trong các sân bay trên Thế giới, nên rất nhiều nước không dám ký kết trước. Tuy vậy hiện nay, đã có 44 Quốc gia có công ty ký kết hợp đồng với Kansai.

Ngày 4 Tháng 9 năm 1994, Sân bay Kansai bắt đầu kinh doanh, họ tính toán mỗi năm sẽ có khoảng 30 triệu lượt người ra vào sân bay.

Hiện nay, Bộ Giao thông vận tải Nhật Bản đang vạch kế hoạch sẽ mở rộng diện tích đảo lên tới 1200ha để làm thêm một đường bay mới, và một đường bay chuyên dụng cho lúc gió to cấp 13. Nếu thực hiện tất cả các kế hoạch này sẽ tốn tới 2500 tỷ Yên. .

(1; 2; 3; 4)

ĐẶNG THANH TỊNH



MỤC LỤC

PHẦN THỨ NHẤT

A. BIÊN NIÊN LỊCH SỬ SỰ KIỆN, NHÂN VẬT VÀ NỀN VĂN HOÁ CỔ THẦN BÍ ĐÔNG – TÂY PHƯƠNG KỲ DIỆU

A. LỊCH PHÁP VÀ CÁC LOẠI LỊCH ĐÔNG PHƯƠNG

B. LƯỢC KHẢO BIÊN NIÊN LỊCH SỬ THẾ GIỚI

C. NHỮNG TRẬN CHIẾN LỪNG DANH TRONG LỊCH SỬ NHÂN LOẠI

D. NHỮNG SỬ GIA LỪNG DANH

Đ. NHỮNG VỊ TƯỚNG NỔI TIẾNG THẾ GIỚI

E. NHỮNG TÊN TRÙM PHÁT XÍT TỘI PHẠM CHIẾN TRANH

G. NỀN VĂN HÓA CỔ THẦN BÍ ĐÔNG – TÂY PHƯƠNG KỲ DIỆU

PHẦN THỨ HAI

NHỮNG NỀN VĂN MINH NHÂN LOẠI - DI SẢN - VĂN HOÁ - ĐẤT NƯỚC - CON NGƯỜI VÀ CÁC PHONG TỤC KỲ LẠ TRÊN THẾ GIỚI

26. DANH NHÂN VĂN HÓA VÀ NHỮNG NHÀ VĂN NỔI TIẾNG THẾ GIỚI

27. NHỮNG NHÀ KHOA HỌC TỰ NHIÊN NỔI TIẾNG THẾ GIỚI

28. NHỮNG VỊ HOÀNG ĐẾ - NGUYÊN THỦ QUỐC GIA CHÍNH KHÁCH CHÍNH TRỊ GIA ... NỔI TIẾNG THẾ GIỚI

PHẦN THỨ BA

KHOA HỌC - KỸ THUẬT VỚI NỀN VĂN MINH NHÂN LOẠI VÀ DỰ BÁO NỀN VĂN MINH THẾ KỶ XXI

Phụ bản in 4 màu giấy couché:
* Tay ảnh màu 1 nằm giữa trang 1056 - 1057.
* Tay ảnh màu 2 nằm giữa trang 1072 - 1073.
* Tay ảnh màu 3 nằm giữa trang 1088 - 1089.

ĐÍNH CHÍNH
ALMANACH NHỮNG NỀN VĂN MINH THẾ GIỚI

Trang	Cột T	Cột P	Dòng	Nội dung: Đã in	Nội dung: Sửa lại
86		x	12↑	vương triều đại	vương triều
89		x	3↑	18140	1814
165	x		9↑	ngững	những
201		x	6↑	tích cực	tiêu cực
209	x		12↓	co cum	co cụm
216	x		18↓	di chu du	đi chu du
239	x		24↑	Trần Nhân Tông	Lý Nhân Tông
302	x		4↓	84 tuổi	95 tuổi
378	x		6↑	hình tức	hình thức
384	x		5↑	học tuyết	học thuyết
397	x		4↓	quả đất	quá đất
407	x		19↓	bủn xin	bủn xỉn
413	x		17↓	chúng ra	chúng ta
419	x		15↓	ngón nhón	ngón nhọn
423	x		8↑	thất	thấp
432	x		6↑	nhún	nhũn
440	x		11↓	nghiệp	nghiệm
458	x		11↑	thời khác	thời khắc
461		x	13↓	nghèo	ngoèo
470	x		20↑	linh đoan	linh đan
496	x		4↑	trước sao cao thấp	trước cao sau thấp
515		x	17↑	hoàng phi	hoành phi
549		x	19↑	Bảo tang	Bảo tàng
564		x	7↓	ta ngoài	ra ngoài
576	x		13↓	thanh và thiếu niên	thanh thiếu niên
602	x		7↓	một những	một trong những
654	x		18↓	người ra	người ta
662	x		1↑	chẳn hạn	chẳng hạn
733		x	14↑	Trung Quốc vẽ...	Trung Quốc vẽ
		x	13↑	ssu đó "viết"...	Sau đó "viết"
		x	12↑	cách viết thống nhất...	Cách viết thống nhất
		x	5↑	ghi ý ... (mà nay viết là...)	ghi ý (mà nay viết là
734	x		1↓	(2)	(2)
	x		4↓	mượn luôn chữ ...	mượn luôn chữ
734	x		21↑	có thêm ...	có thêm
	x		19↑	và chữ...	và chữ
		x	20↑	có chữ □	có chữ
		x	14↑	chữ ...	chữ
		x	11↑	ghi ý ...	ghi ý
736		x	13↓	biến thành...	biến thành
		x	21↓	này thành...	này thành
		x	23↓	viết thành...	viết thành
		x	23↓	hoặc ...	hoặc
740	x		22↑	carốt	catốt
755		x	3↑	phái	phải
806	x		13↓	Tống lý	Tổng lý
851		x	21↓	16 – 100	16 – 10
858		x	20↓	dân gia	dân gian
884	x		12↓	có xây tường xây	có tường xây
890	x		1↓	dến Foye	đền Foye
919	x		20↓	nẩm náu	ẩn náu
923		x	22↓	phù điều này	phù điêu này
980	x		8↑	ân Vương	quân vương
1001		x	9↓	tự xung	tự xưng
1040	x		10↓	quan niện cho	quan niệm cho rằng
1042	x		20↑	ương triều	Vương triều
1105		x	8↑	Deli	Dali
1178		x	6↓	Tình Sơn Tây	Tỉnh Sơn Tây
1182		x	10↓	Của son	Của son
1186		X	16↓	huóng	hướng
1194	x		8↑	thâm	tham
1204	x		1↓	đánh bai	đánh bại
1204		x	9↓	quân thể	quẩn thể
1238		x	20↑	PRITZLER	FRITZKER

1259		x	7 ↓	Fanz List	Franz Liszt
1363		x	3 ↓	việc nay	việc này
1370	x		22 ↓	1.6	1.8
1401	x		4 ↑	ngảnh	ngoảnh
1461		x	19 ↑	nộ thành	nội thành
1551	x		16 ↓	việc việc	trong việc
1609		x	14 ↑	Rabelái	Rabelais
1609		x	11 ↑	tình hình nên	tình hình trở nên
1610	x		5 ↓	bất tư	bất tử
1610		x	8 ↑	đinh dong dõi	đình dòng dõi
1614		x	22 ↓	hong phú	phong phú
1616	x		10 ↓	ánh năng	ánh nắng
1620		x	25 ↓	đâm mê	đam mê
1620		x	7 ↑	tông giáo	tôn giáo
1625	x		12 ↑	chánh	tránh
1626	x		21 ↓	trữ danh	trứ danh
1626		x	10 ↑	"Chiêu Bốy"	"Chiêu Bảy"
1628	x		5 ↓	người	người
1628		x	1 ↑	bổ xung vào những thiếu xót	bổ sung vào những thiếu sót
1629		x	26 ↓	cẩm lang	cẩm nang
1630	x		1 ↓	bện	bệnh
1630		x	6 ↓	hoaðuân	hoa xuân
1630		x	8 ↓	cái lội	cá lội
1632	x		17 ↑	Thế tứ	Thế tử
1634	x		24 ↑	cúa	chúa
1634		x	3 ↓	1778m	1778
1634		x	13 ↓	khắc đời	khác đời
1634		x	23 ↑	đồng thờ	đồng thời
1636		x	22 ↓	dân thân	dấn thân
1641		x	9 ↓	dõ dàng	rõ ràng
1645	x		10 ↑	1824m	1824
1645	x		7 ↑	hai trục	hai chục
1645		x	3 ↓	đồ dài	độ dài
1646		x	22 ↓	đâu tay	đầu tay
1646		x	15 ↑	lẩn chánh	lẩn tránh
1648		x	15 ↑	đanh bại	đánh bại
1648		x	3 ↑	tin giữ	tin dữ
1649		x	22 ↑	giai đoạn không thấy..	giai đoạn này không mấy
1652	x		9 ↓	Thế kỷ XX này	Thế kỷ XX
1657	x		10 ↑	Kellerlaf	Keller là
1657		x	11 ↑	xương lược	xưởng lược
1658		x	19 ↓	khuân sáo	khuôn sáo
1663	x		3 ↑	nhân	nhân dân
1663	x		1 ↑	lắm vai trò	nắm vai trò
1664	x		22 ↑	chông lại	chống lại
1664	x		16 ↑	nôt tiếng	nổi tiếng
1681		x	4 ↑	ngời	người
1682		x	17 ↑	nớc	nước
1682		x	10 ↑	truyền thông	truyền thống
1684		x	1 ↓	A.N. Toistoi	A.N Tolstoi
1685		x	22 ↓	ít nlâu sau	ít lâu sau
1686	x		26 ↓	chỉ trichất	chỉ trích rất
1686		x	6 ↓	nhf	nhà
1687	x		20 ↑	Goète	Goethe
1688	x		8 ↑	Mãi Hảo Vọng	Mũi Hảo Vọng
1688		x	11 ↓	cá biệt danh	các biệt danh
1693		x	14 ↑	văn suôi	văn xuôi
1694	x		9 ↓	măng	mang
1721		x	8 ↑	tác giả	tác gia
1734		x	6 ↑	dàn lửa	giàn lửa
1801	x		19 ↓	motột số vaaâtật	một số vật
1802	x		20 ↓	phưng tiện	phương tiện
1803	x		18 ↓	sn xuất	sản xuất
1803		x	3 ↓	to sáng	toả sáng
1803		x	26 ↑	c một	cả một
1819	x		21 ↓	trở thành ngoại trú	trở thành bác sĩ ngoại trú

Do dung lượng số từ quá lớn, thời gian in gấp nên không tránh khỏi sai sót. Bản đính chính mới chỉ dừng lại ở một số lỗi cơ bản.

Thành thật xin lỗi độc giả, chúng tôi sẽ sửa chữa trong lần nối bản tới đây.

HĐBS

NHÀ XUẤT BẢN VĂN HÓA - THÔNG TIN
43 Lò Đúc - Hà Nội - ĐT: 9.712.448

HỘI ĐỒNG BIÊN SOẠN:

Thượng tướng - Giáo sư **HOÀNG MINH THẢO**
Giáo sư - Tiến sĩ khoa học **ĐINH NGỌC LÂN**
Nhà giáo ưu tú – Nhà nghiên cứu về Hà Nội:
NGUYỄN VINH PHÚC
Bác sĩ **ĐỨC THÔNG**
Nhà nghiên cứu – Dịch thuật **THẾ TRƯỜNG**
Phó Giáo sư – Tiến sĩ **NGUYỄN XUÂN HÒA**
Hoạ sĩ **TRƯƠNG THẢO**
Nhà nghiên cứu lịch pháp và văn hoá cổ Phương Đông:
NGUYỄN HOÀNG ĐIỆP

ALMANACH NHỮNG NỀN VĂN MINH THẾ GIỚI

(Tái bản lần hai có bổ sung sửa chữa)

Ảnh bìa một: **Đền Minakshi Nayak** - ***Thế kỷ XVII - Ảnh của*** *JEAN LOUIS NOU* ***và những ảnh khác dùng trong tập*** **Almanach những nền văn minh Thế giới** ***là trích từ cuốn:*** **Nghệ thuật Ấn Độ -**
Nhà xuất bản Nghệ thuật Lucien Mazenod, 33 rue de Naple-paris,
1974 do họa sỹ Trần Duy cung cấp tư liệu.
Ảnh bìa 4: Tranh **Bắt cóc nàng Amymone** ***của*** *GIACOMETTI* ***(1901 - 1966) - Bảo tàng Raimond Lafage.***
In lần thứ nhất: Bìa do Văn Sáng trình bày

Khuôn khổ thành phẩm 20,5x31,5 cm. Số lượng in 3.000 bản
In tại Công ty In Khoa học Kỹ thuật 101A Nguyễn Khuyến - Đống Đa - Hà Nội.
Giấy phép xuất bản số: 178-2006/CXB/10-18/VHTT
In xong và nộp lưu chiểu Quý IV năm 2006.



TỔNG CÔNG T
SÁCH VIỆT NAI

Add: 44 Trang Tien Str., Ha
Tel: +84.4.8241576 / 8262934 / 9360
Fax: +84.4.9341
E-mail: xuatbansach@yahoo.c

Tổng phát h

Tại: 44 Tràng Tiền - Hà
Tel: (04) 9348281 - 8254
(04) 9362144 - 9363
E-mail: savinahn@hn.vn

Công ty cổ phần phát hành sách TP. Hồ Chí
(FAHA
Add: 60-62 Lê Lợi - Quận 1 - TP. Hồ Chí
Tel: (08) 8225446 - 829
Fax: 84.8. 822
E-mail: fahasa-sg@hcm.vn
và các hiệu sách trên toàn



Giá: 495.000

savina

